ONLY FOR EXCHANGE

臺灣糖業試驗所

研究彙報

第五十四號

中華民國六十年九月

臺灣糖業試驗所刊行
臺灣省臺南市

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
2 MAY 1973

編輯委員會

總編輯：石守釗

編輯委員：（姓氏筆劃爲序）

王世中	王傳釗	包敦樸
朱學曾	朱益	李洪潮
呂理燊	胡崇理	桑祥麟
梁崇仁	莫炳權	陸鑑然
陳沐清	彭聲揚	湯冠雄
楊滔慈	楊尙仁	鄒篪生
劉明欽	駱君驌	羅傳成

總幹事：包漢英

台灣糖業試驗所研究彙報　第五十四號

目　　錄

甘蔗露菌分生胞子散逸與發芽 ……… 呂理燊、陳暹有　1

樹薯細菌性萎凋病　I、病菌之分離、鑑定、病原性、病害組織觀察及防除方法 ……… 呂理燊、陳主得　15

嵌紋病對甘蔗品種 F 160 生育之影響 ……… 王卓三　27

蔗螟周年發生消長之調查研究　VI、溪湖區 ……… 梁崇仁　31

台灣蔗田微土壤學之研究 ……… 王傳釗　39

台中區紅土台地蔗田土壤鉀素供應能力之研究 ……… 薛鎮江　55

氮素施用時期與甘蔗可製糖率及氮素養分吸收關係之研究 ……… 陳正義、胡崇理　67

台灣之有效雨量與水分平衡 ……… 張　灝　77

改善甘蔗宿根連作栽培環境之研討 ……… 包敦樸　93

蔗田寬窄行間作方法之研究（I） ……… 夏輔禹　109

蔗田寬窄行間作方法之研究（II） ……… 夏輔禹　123

山邊溝之改良研究 ……… 廖綿濬、程德森　133

甘蔗露菌分生胞子之散逸與發芽[1]

呂 理 燊　陳 遲 有[2]

摘　　要

本文報導利用瓊脂培養皿法及十二小時自動胞子收集器研究甘蔗露菌(*Sclerospora sacchari* Miyake) 分生胞子散逸及利用裝有 2—3 %水瓊脂培養液上收集分生胞子發芽之結果。

葉上胞子產生量，以心葉之未浪有雜菌引起紅斑者最多，隨葉片之老化及紅斑之增多而遞減。環境適合時，病葉下表皮每晚每平方公分葉片上能產生分生胞子二萬多個，病葉上表皮之胞子產生量較少，僅及葉片下表皮產生量之 1/5—1/10 。不同品種病葉上所產生之胞子量不因其對露菌病之抗感性而有差異。

病葉於黃昏或晚間用人工引誘而產生之分生胞子，經五或六小時後始有散逸，再經二至三小時始有大量之胞子落下，爾後數目漸減，通常有半數之分生胞子可於一小時內散逸脫落，分生胞子散落時間共爲七小時，在田間使用胞子收集器時，清晨一時三〇分採得之胞子最多。

病葉葉片一次形成分生胞子後，需經約十小時方能再度散逸分生胞子。雨天則不拘日間或晚間皆不能產生分生胞子，但病葉片仍需經十小時後才有分生胞子之散逸。本菌分生胞子之形成確具週期性，在自然狀態下，最重要因子爲晚間之高濕度，因此本菌於午夜以後方能形成及散逸分生胞子。

人工引誘下經七小時即達分生胞子散逸盛期，經二分鐘之收集，十分鐘後觀察，分生胞子即開始發芽，經三〇—四〇分鐘後發芽率達50%以上，五〇分鐘後幾全部發芽。於九時半後，即分生胞子散逸之後期收集者，所需發芽時間較長，惟散逸前期，即經六小時所收集者，發芽所需時間最長。

24° C 定溫箱內經七小時後收集之分生胞子於 8—32° C 之溫度下均能發芽。分生胞子之發芽速度在甘蔗葉面較瓊脂面上者快，此現象於收集四〇分鐘後仍頗顯著，但八〇分鐘後則不明顯。分生胞子置於 10W 白色日光燈下距 15—60 公分時，發芽不受影響。培養皿不加蓋時，則大氣中之相對濕度雖接近 100 %，分生胞子發芽速度仍較加蓋者爲慢。

一、前　　言

甘蔗露菌除爲害甘蔗外，亦可嚴重爲害玉米（*Zea mays* L.）及大芻草（*Euchlaena mexicana* L.）[11,12] 。

本病爲系統性病害， 病徵初在葉片上形成與葉脈平行之黃條， 爾後在新長出葉片上黃條可

1.台灣糖業試驗所審定發表論文第 R4—95 號。

2.本所植物保護系聘用研究員、國立中興大學前植物病理學系學生。

3.本文於60年 5 月12日收到。

癒合使葉片呈淡黃色。環境適合時於變色部產生分生胞子[2.3.5]。自然環境下分生胞子之散逸已有研究[4.5]。白晝誘致分生胞子之產生，已由松本、楊兩氏之研究而成功[5]。氏等並報導約經 5 小時分生胞子柄從氣孔伸出、分岐，並長出小突起（sterigma），然後分生胞子出現於小突起上，再經二小時半至三小時，大部之分生胞子已脫落散逸。至於本病原菌分生胞子之傳播能力也已有報導[1.2.3.5.11.12]。但分生胞子之形成及散逸，仍有許多問題尙待進一步之探討。

甘蔗病葉上所產生之分生胞子由人工採下者多不發芽[12]，或發芽率不固定，而變化極大[6]但在自然狀態下，落在水面者之發芽率甚高[7.12]有於 30 分鐘內高達 100% 發芽者[6]。又 *S philippinensis* Weston 爲害玉米病葉所採之分生胞子其發芽率爲 20%[10]。楊氏等[7]將收集於乾玻片上之本菌分生胞子滴水置於 25°C 經三小時，得80—90%之發芽率。並指出分生胞子可於 13—31°C 之範圍內發芽，惟發芽率差異極大。張氏等[8]用玉米病葉供試結果，病葉置濕室經 15 小時後所產生之胞子，於 19—28°C 範圍內皆能發芽，13°C 下爲 62.1%，而 31°C 下仍有 95.4%發芽。我們從事分生胞子之散逸試驗時，觀察到落在瓊脂面上之分生胞子皆能發芽[4]。由是可知本菌分生胞子發芽所需時間及環境之影響，尙多未詳。

本試驗主要目的在探討 ①同葉片不同部位②同莖不同葉序葉片之中間部位 ③不同品種間之胞子產生量有否差異及④分生胞子產生週期及其所需散逸時間等。

又利用培養皿瓊脂面於極短時間內收集甘蔗病葉上自然散逸之胞子，從事發芽試驗以期明瞭：①所需時間尤以在前期、盛期、後期產生者之區別。②溫度之影響。③甘蔗葉面之影響。④光線之影響及⑤培養皿加蓋與否之影響等。

二、材 料 與 方 法

本試驗於民國 58年 7 月初至 11 月底在南投縣名間鄉甘蔗露菌病試驗苗圃進行。原則上以病徵明顯之病葉作材料，病葉取自 F108、H44—3098、P.T.43—52、63—1192、64—963、64—2157、64—2305、64—2376、65—1556、65—1776 及 65—1869 等 11 個品種，其中 F 108 對本病具強抗性，65—1776 爲抵抗性，64—2157 爲中等，其他則爲感染性或易感性品種。供用病蔗乃於 58 年 2 月間自健株採苗植於病行間而發病者，病行乃由病苗及易感性品種之健苗於一個月前植者。

試驗期間之溫度及濕度均用自動記錄器加以記錄。日間之氣溫約爲 27—32°C，晚間爲 23—26°C，相對濕度於日間爲 75—90%，晚間則爲 90—100%，通常是上午陽光普照，午後驟雨，晚上晴朗，此等環境條件對本病原菌分生胞子之產生及散逸頗爲適宜。

本試驗採用兩種方法：①瓊脂培養皿法（圖 1～2）；培養皿內裝 2—3% 瓊脂水溶液作觀察比較，或加入 0.1% 昇汞以便逐一數計落在瓊脂面上之分生胞子，以供計數比較。②十二小時自動胞子收集器法，此乃松本、楊兩氏[5]所用之收集器；改用十二片塗凡士林之載玻片代替塑膠布，固定在轉動之圓筒上。

分生胞子之收集概在下午 6 時頃自田間採取病徵顯明之「0」葉片(Kuijper's system)[9]或自生長點上剪取全莖置於塑膠袋內，携回室內供試，供試部份爲「0」葉片之中間部，使用病葉之大小以能套於直徑 9cm 之培養皿爲原則。供計數比較時病葉面以白紙與膠帶遮蓋。固定其面積爲 7.5×2.5cm 而觀察比較者則不遮蓋。放置時均以病葉下表皮面向瓊脂，以便收集散落

之胞子。上下兩表皮分生胞子產生量之比較，乃由中肋處撕開葉片，取其相對部份供試。除面積固定爲 7.5×1.3cm 外，其他方法與上述相同。

二至四個培養皿用噴濕塑膠袋疊層包妥，以保持濕度而後放於室外，胞子收集器亦用噴濕之塑膠布包裹，放在蔭棚下再罩以膠桶。若試驗後期（即晨間）有陽光時，則用木板覆蓋以阻止陽光直射。經一定時間後移去病葉鏡檢瓊脂面上或玻片上之分生胞子。

田間分生胞子之產生情形乃於下午 6 時 45 分將胞子收集器在田間固定，使「0」葉片中間部下表皮置其開口上，不加任何覆蓋，任其自然，以收集病葉落下之分生胞子。

產生分生胞子之週期試驗，乃早晨 6 時 30 分用下列不同病葉進行之：①從田間採回剛產過分生胞子者，②前一天傍晚移植室內而未有產生分生胞子者，或雨天採田間之病葉供試（雨天田間病株未見產分生胞子之跡象）。此項取材之病蔗品種皆爲 64—2376，且爲同行毗鄰者。兩種病葉平行固定於用白紙隔半之胞子收集器開口上，包裹後置於室內加蓋，地面用水淋濕，通常以低倍顯微鏡檢查，但在分生胞子密集重疊時，則改用高倍（430×）檢查。

發芽試驗者乃把病葉於晚間 7—9 時套置培養皿內，如上引誘分生胞子之產生。經六至九小時半於預定時間內將套置培養皿移出，換置以盛有 2—3% 瓊脂之玻皿於原裝有葉片玻皿下，收集自然散逸之分生胞子，經 2—5 分鐘後加蓋供試。收集時間於散逸前期（六至六小時半），及後期（九至九小時半）兩者各爲 5 分鐘，而於盛期者則 2—3 分鐘。除散逸時間之發芽試驗外，其餘試驗用之胞子皆於散逸盛期時收集之。

供溫度試驗之胞子皆於 24°C 定溫箱內引誘產生者，收集後即移至 8—32°C 之各級定溫箱內。甘蔗葉面乃利用直徑1公分打孔機從「−2」及「−3」葉片（Kuijper's system）[9] 之基部採取小圓片，然後以下表皮向上平展培養皿內之瓊脂面上。光線影響之光源則利用 10W 之白色日光燈下舉行。加蓋與否處理則在暗所舉行，蔗葉，光線及加蓋與否所供試之胞子皆於 23—26°C室溫下引誘產生而散逸者。

到達一定時間後，菌體即用加有 Cotton blue 之Lactophenol 液固定殺死。鏡檢時，分生胞子之原生質突破胞壁向外伸出者均視爲發芽，除胞子量不足者外，每次胞子數多在一千個以上。

三、結　　果

「0」**葉片不同部份分生胞子之散逸**：58 年 7 月間利用瓊脂培養皿法從事本項實驗，於晚間 8 時至翌晨 7 時間，就64—2136，64—2305，65—1778 等品系之「0」葉片。病葉分基部，中部和先端三部，基部以離葉鞘約 10 公分處爲準。其他則由葉片中間及近頂端處剪取。供試葉片之基部均無紅點變色現象，中部稍有之，先端部之變色面積佔供試葉片總面積之 1/5－1/3。

觀察比較之結果，收集之分生胞子基部最多，中部次之，而以端部最少。所有觀察比較過程中，發現落在瓊脂面上之分生胞子除極少例外全部發芽。

8 月 18 日晚間 9 時至翌晨 9 時間利用 F103、H44—3098、P. T. 43—52 三品種作計數比較，除 F108 病葉之中部及先端略呈紅點外，其他皆無紅點或雜斑之存在。分生胞子在含有 0.1% $HgCl_2$ 瓊脂面上均不發芽，惟重疊而不與瓊脂面接觸者則有發芽。分生胞子之產生以基部最多而漸向先端部遞減，但在無紅點變色之 H44—3098 病葉上，此等遞減現象並不明顯。供試品

種之 P.T.43—52 爲易感性，H44—3098 爲感染性， F.108 爲强抗性，但病葉分生胞子產量與品種之抗感性似無相關（表一）。

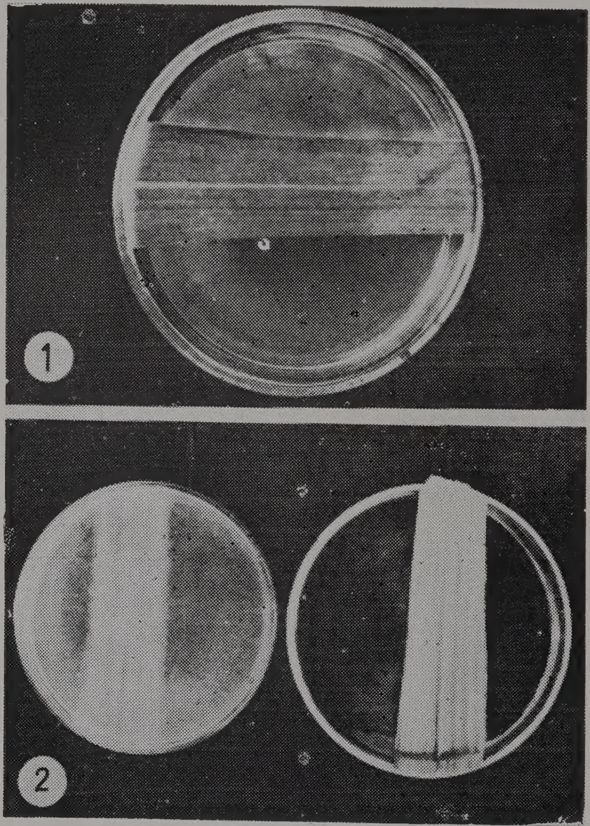


圖 1. 培養皿內裝病葉葉片以便置入塑膠袋內引誘分生胞子之產生及散逸。

圖 2. 圖 1 之培養皿經十二小時後打開，左邊皿內白色帶乃分生胞子及其發芽管，右邊示裝入皿內已產分生胞子之葉片。

表一、 甘蔗「0」葉片不同部位散逸之分生胞子量

品　　種	每平方公分散逸之分生胞子量		
	基　　部	中　　部	端　　部
F 108	12,806	4,995	1,612
H 44—3098	23,498	22,575	24,460
P.T. 43—52	—	5,555	—

病葉上表皮及下表皮分生胞子散逸量： 7月14日晚10時至翌晨上午10時間用瓊脂培養皿法試驗結果、病葉上下兩表皮均有分生胞子之產生。下表皮散逸分生胞子量約爲上表皮之5—10倍，平均爲7.6（表二）。

表二、 甘蔗「0」葉片上下兩表皮分生胞子之產生量

葉表面	不同品種每平方公分散逸之分生胞子量				
	P.T. 43—52	64—963	64—2376*	65—1776	平　均
上表面	487	808	893	1,399	902
下表面	2,508	5,418	9,511	9,855	6,824
下／上表面比	5.1	6.5	10.7	7.0	7.6

* 此品種之病葉有少許小紅點變色。

病莖不同葉序葉片之分生胞子散逸量：利用病葉中間部份作一次觀察比較及三次計數比較，結果頗爲一致。胞子產生量最多者爲幼嫩之心葉部，惟包於心葉部未暴露大氣者，諸如大半之「−2」葉片及小部份之「−1」葉片，則未發現分生胞子之產生。供試料中之「−1」及「0」葉片均無紅點變色（「0」葉偶有少量紅點者）。於「+1」葉片或更老病葉變色現象極顯著，而於「+4」病葉之變色紅點幾達全葉面積之1/3。其中65—1869品系病莖之「+3」，「+2」及「+1」等葉片，皆有些許變色紅點但於「+4」至「+6」諸葉片上則無紅點。由此推論病葉上之變色紅點及葉片本身之葉齡，皆能影響分生胞子之產生量。分生胞子量產生最多之部位爲「−1」葉片之基部（表三）。

表三、不同葉序葉片上分生胞子之散逸量

品系	時間	日期 月/日	不同葉序葉片上每平方公分分生胞子散逸量 +10	+9	+8	+7	+6	+5	+4	+3	+2	+1	0	−1	總計
64—2376	2200—0600	7/14	—	—	0	+—	+—	+—	+-	+—	++	+++	+++++	+++++	
64—2157	2200—0600	7/14	—	—	0	0	0	0	0.6	13.7	422.6	2,157.1	2,791.9	2,156.7	7,542.6
65—1556	2100—0900	7/30	0	0	0.2	6.0	0	1.1	44.1	202.9	145.8	2,951.3	11,730.9	22,643.8	37,726.1
65—1869	2100—0900	7/30	—	—	—	—	0	13.5	405	1,405.3	1,947.5	6,151.2	8,778.3	23,213.7	41,914.4
平均*			0	0	< 0.1	3.0	0	7.3	149.9	540.6	838.6	3,753.2	7,767	16,044.7	29,060.4
平均百分比			0	0	< 0.1	< 0.1	0	< 0.1	0.5	1.9	2.9	12.9	26.7	55.1	

* 64-2157，65-1556，65-1869三品系之平均數

自然環境分生胞子之散逸：本項實驗均利用胞子收集器於傍晚6時45分至翌晨6時45分間在田間舉行。於7月16—17日用64—2376品系「0」葉片中間部位做觀察比較，而於7月19—20日用64—2305「0」葉片中間部位做計數比較。

分生胞子散逸形式，兩者一致，胞子收集器放置五小時後（即 11：45 PM）開始有少量胞子落下，爾後分生胞子散逸量略增加，至第七小時胞子量劇增而達其高峯。於午夜後1—3時間，散落之分生胞子可達90% 以上，爾後之落下量劇減，經十至十一小時後僅有少量之胞子落下，最後一小時內幾未再見分生胞子之落下（圖3）。

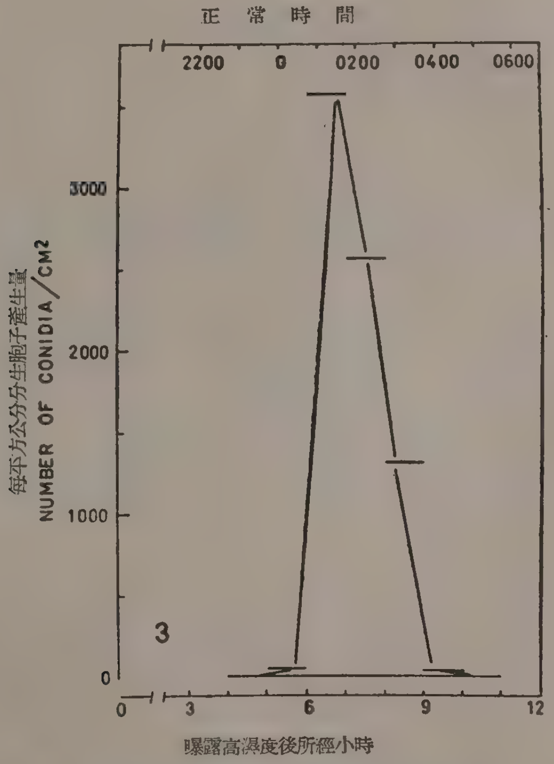


圖3. 自然狀態下甘蔗露菌分生胞子之散逸情形。（胞子收集器於下午6時45分裝置，其它看文中說明。）

人工引誘分生胞子之產生量：利用胞子收集器於晚間6時50分至11時等不同時間內測定結果，無論何時放置，經五至六小時始有極少之分生胞子落下，第七小時分生胞子量之增加尚不明顯，至第八小時則有半量之分生胞子散逸爾後分生胞子落下量漸減，第十一至十二小時間仍有少量之分生胞子脫落，此形式與田間試驗結果相似，惟時間延遲一小時而已（表四）。

表四、 甘蔗露菌病葉人工引誘後不同時間內分生胞子之散逸量

品系	時間	日期 月/日	不同時間內（小時）分生胞子散逸量比較或百分比									每平方公分分生胞子總量
			1—4	5	6	7	8	9	10	11	12	
63—1192	2025	7/29	0	0	+	+++++	+++++	+	+	+	+−	—
64—2376	2100	8/ 1	0	+	+++	+++++	+++++	+++	+	+	+−	—
64—2305	1850	7/13	0	0	0.3	0.6	15.2	51.5	30.8	1.5	0.1	4,385.7
64—2376	2200	7/23	0	0	0.1	6.8	50.7	25.2	16.7	0.5	.	3,738.1
64—2376	2300	8/ 1	0	0	<0.1	1.1	54.5	38.6	5.1	0.7	<0.1	16,214.7

分生胞子產生週期：供試病葉有兩種：①黃昏移植室內之 64—2376 品系病蔗，當晚置病葉下表皮於盛有 2—3% 瓊脂之培養皿上，不加皿蓋，確證當晚無分生胞子之產生者；②田間剪取同品種病葉上密佈白粉狀物，即已產分生胞子者。試驗時間於早晨 7 時開始，供試病葉則於試驗時剪取。

瓊脂培養皿法試驗三次結果頗為一致。田間採回供試之病葉經過八小時者仍未見分生胞子之散落，而經九小時至十小時者始有少數分生胞子之落下。胞子收集器法試驗結果顯示田間已產生分生胞子之病葉，約需經十小時後方能再度散逸分生胞子。室內未產分生胞子之病葉，其分生胞子散逸與夜間由人工引誘者相同即經五至六小時即有胞子落下（表五）。雨天之分生胞子生產週期觀察，除胞子收集器轉為十七小時外，方法與上述相同，雨天室內及田間之相對濕度雖高達 98—100 %，惟病葉均未見分生胞子之產生。在田間加套塑膠袋以避免雨水冲洗，則翌晨可檢得分生胞子之產生。

表五、 供試前已產生及未產分生胞子葉片之胞子散逸量

試驗葉片條件		時間內（小時）及每平方公分葉片上分生胞子之散逸量								
		1—4	5	6	7	8	9	10	11	12
已產分生胞子者	1	0	0	0	0	0	0	+−	++	+++
	2	0	0	0	0	0	0	81.1	378.5	984.9
未產分生胞子者	1	0	0	+	+	++	+++	+++	+	+
	2	0	0.8	33.4	42.9	145	55.4	1223	660	72.3

試驗結果，兩種病葉均需經九至十小時始有少量分生胞子散落，其後連續三小時內落下之分生胞子量佔總量之 90% 以上，胞子散逸時間共為六小時（表六）

表六： 雨天室內及室外葉片分生胞子散逸量及所需時間

日期	葉片來源	時間(小時)及每平方公分葉片上分生胞子散逸量 (0700～2400) 1～9	10	11	12	13	14	15	16	17	總計／平方公分
九月十四日	室內	0	23	58	409	174	53	12	4	0	733
	室外	0	38	109	493	490	94	25	4	0	1174
九月十五日	室內	0	3	98	925	422	203	15	3	0	1666.3
	室外	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
九月十六日	室內	0	4	10	35	21	9	3	1	0	86
	室外	0	1	19	105	78	61	9	7	0	273.7

分生胞子之發芽時間： 7月16日至8月17日止收集9次之結果如表七。

表七、 不同時間內甘蔗露菌分生胞子之發芽率

日期	開始收集分生胞子時間※	培養時間(分鐘)及發芽率 10	20	30	40	50	60	70	每皿分生胞子之總數
七月十九日	6小時 9分	0	5.3	46.2	51.2	62.1	75.3	91.4	233～860
七月廿一日	6小時 6分	1.4	—	37.4	35.9	91.6	84.2	—	156～799
七月廿三日	6小時16分	0	—	16.9	46.2	47.7	43.0	—	23～850
平均		0.5	5.3	33.5	44.4	67.1	67.5	91.4	
七月十六日	6小時15分	0	—	74.6	76.3	89.6	98.3	100	> 1000
七月十六日	6小時 7分	0	12.5	51.2	78.3	85.2	94.1	100	> 1000
七月廿三日	6小時	3.2	9.0	78.3	84.1	94.0	96.5	100	> 1000
平均		1.1	10.9	68.0	79.6	89.3	96.3	100	
八月十六日	7小時	—	5.0	39.2	99.6	100	100	100	> 1000
八月十七日	7小時	—	13.4	26.2	99.6	100	100	100	> 1000
八月十七日	7小時	0.9	9.5	58.7	99.4	100	100	100	> 1000
平均		0.9	9.3	41.4	99.5	100	100	100	

※ 病葉置入濕室後所經過之時間

分生胞子落下10分鐘即開始有發芽者，偶於收集10—20分鐘或剛落於瓊脂面之分生胞子經固定鏡檢時，有發芽管頗長者，由於分生胞子可於分生胞子柄上發芽[12]，因此此種發芽管特長者並未計入。一般於散逸盛期收集者，每皿可得胞子數千個，且於收集後50分鐘內皆發芽。惟散逸前期收集時，胞子雖達千餘仍較盛期散逸者為少，其發芽較慢，但差異不顯著。若收集胞子每皿僅數十至數百個時，則發芽需時較長，且參差不齊。又所有落在換置前之瓊脂面上者，即於供試胞子收集前散逸者，翌日早晨鏡檢時皆發芽。

本菌分生胞子多由先端突破胞壁伸出發芽管以發芽，亦有從側壁突出者，或偶有由分生胞子之兩端或胞壁任何處伸出兩發芽管者（圖4）一胞子有三發芽管者極少，而抽兩發芽管者，以散逸後期，即經九至九小時半收集者較多。發芽管能分枝，無隔膜，分枝現象常於收集後80分鐘始有發現（圖5）。又發芽管均伸至大氣中而不匍匐於瓊脂面，鏡檢供試前之病葉，可找出附着在分生胞子柄上已發芽之胞子。

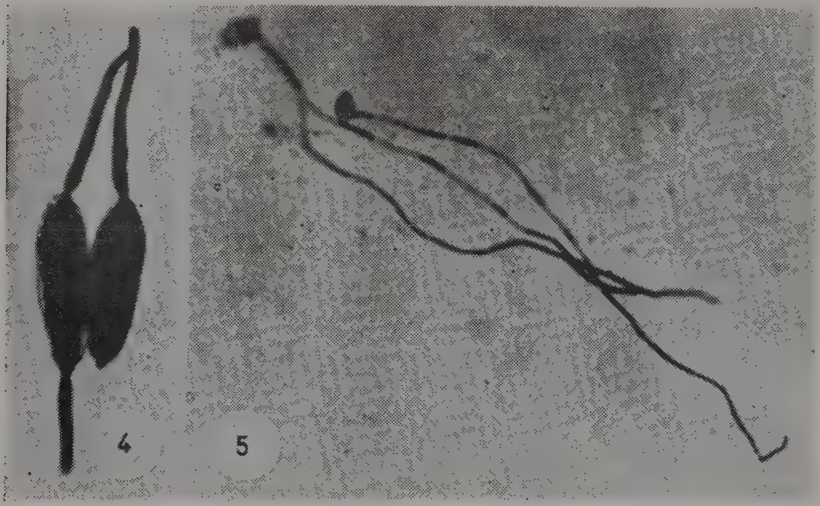


圖 4.　甘蔗露菌（*Sclerospora sacchari*）分生胞子抽出發芽管發芽。

圖 5.　分生胞子發芽管由側壁伸出者及發芽管具分枝者。

發芽管之伸長情形頗為一致，於第七表中最後一次試驗時，自10至70分鐘每隔10分鐘測量十個胞子發芽管平均數之長度，依序為9、15.9、31.5、61.2、69.1、109.7及166.4μ，其範圍則為3-15、7.5-22.5、15-46.5、43.5-73.5、43-90、75-135及135-210μ，分生胞子大小為13-17×34-44μ。

不同時期所散逸分生胞子之發芽時間：用同一病葉繼續於不同時期收集分生胞子供試，於前期即經6小時半所收集者每皿僅15-42個，發芽較慢，於後期即經九小時半所收集者每皿亦僅40-150個，發芽較快，散逸盛期即經七小時半所收集者，每皿可得胞子數千個，發芽最快，經40分鐘幾達99%之發芽率，而後期收集者，經80分才能達99.2%，其詳如表8。

表八、 同一葉片不同時間內散逸分生胞子之發芽率

時間 (分鐘)	不同時間(小時)散逸之分生胞子發芽率								
	6½			7½			9½		
	試驗 1	試驗 2	平均	試驗 1	試驗 2	平均	試驗 1	試驗 2	平均 2
20	0	—	0	16.1	—	16.1	15.2	—	15.2
40	0	0	0	98.8	98.4	98.6	87.4	15.2	51.3
60	28.2	9.3	18.8	99.2	—	99.2	83.6	—	83.6
80	60.9	47.7	54.3	100	100	100	99.2	—	99.2

溫度對分生胞子發芽之影響：收集之分生胞子置入 8、12、24、32°C 定溫箱內，經 40 分鐘後之發芽率依序為 35.4-15.2、54-48.6、62.7-67.1 及 31.5-33.5 % ，但經 80 分鐘後則皆達 100% (圖 6) 。

發芽管於 32°C 者最長，隨溫度之降低而遞減。經 40 分鐘者於 32 及 24°C 下， 發芽管長為胞子長之 0.5-1.5 倍，12°C 下為 0.5-1 倍， 8°C 下為 0.2-0.3 倍。80 分鐘者依序為4-6、 3-5 3-4 及 0.5-1.5 倍。

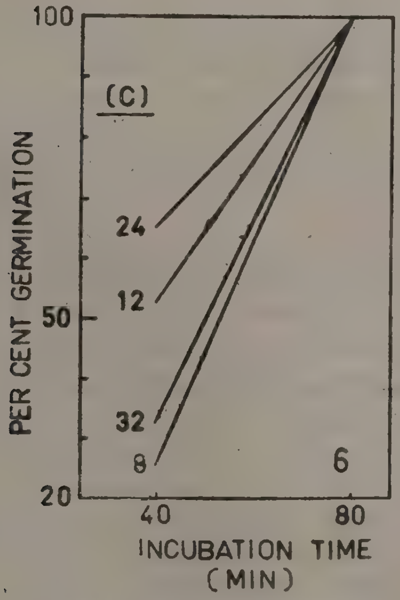


圖 6. 24°C 定溫箱內引誘收集之分生胞子發芽與溫度之關係

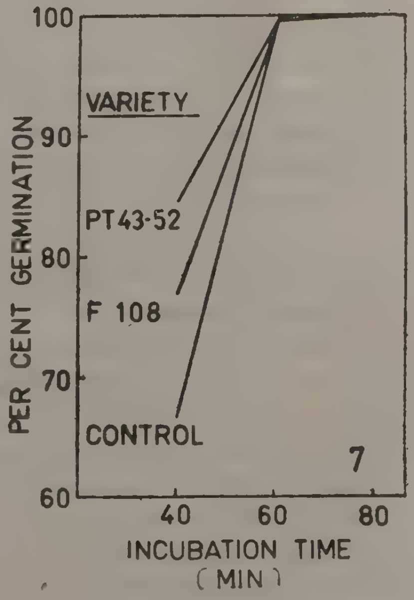


圖 7. 分生胞子在甘蔗葉面上與瓊脂面 (Control) 發芽情形。

甘蔗葉面上分生胞子之發芽時間：本試驗於9月15-16日進行。三次重復所得結果，落在P.T.43-52及F108葉片下表皮者，與瓊脂面上之分生胞子經40分鐘之發芽率依序爲76-86.5、68.8-82.6及52-79.8%，經60分鐘則爲99.7-100、97.3-99.4及99.1-100%，至80分鐘時均全部發芽（圖7）。

分生胞子在蔗葉上之發芽較快，而於易感性品種P.T.43-52上又較强抗性品種F.108者爲快，分生胞子發芽管在兩品種葉片上由氣孔侵入現象，可於分生胞子收集後60分鐘見之。

光線對分生胞子發芽之影響：收集分生胞子後，置培養皿於距10W白色日光燈下15、30、45及60公分處，經50分鐘其發芽經重復試驗，均與置暗處之對照區相同，皆達100%。其發芽管長爲胞子長之2-4倍，示光線與發芽無關。

培養皿加蓋與否對分生胞子發芽之影響：前項試驗中，部份培養皿不加蓋，置於室內暗處，室內相對濕度爲90%，經50分鐘觀察結果分生胞子發芽率僅70.2%，重復試驗時亦僅74.5%，且其發芽管短於加蓋者，而爲胞子長度之0.5-1.5倍，顯較加蓋者爲短。

乃就此一現象重作試驗，將收集胞子之培養皿分加蓋與否置於暗室，室內相對濕度爲100%，經20、40、60及80分鐘後，加蓋者胞子之發芽率各爲13.2、51.5、91.4及99.8%，而未加蓋者則各爲0.5、22.5、69.9及94.3%，示與前觀察相同之趨勢。

四、討　　論

甘蔗露菌分生胞子之產生隨葉齡之增加而遞減，即愈幼嫩之病葉（尚未暴露於大氣者除外）單位面積分生胞子產量愈多，此可能爲絕對寄生病原菌緊隨寄主生長點所表現特性之一。同一病葉中亦具此種趨勢，即分生胞子之產生量以葉片基部爲多，並隨變色紅點之增多而遞減。此種紅點乃由雜菌侵入所致，在系統性病斑上極爲普遍。

環境因子對分生胞子產生之影響至鉅，其差別可從不能產生至每平方公分病葉產生二萬個以上者。由試驗結果估計環境適宜時株高一公尺半之一病莖，每晚可散逸100-200萬個分生胞子。

三宅氏(12)報導受*S. sacchari*爲害之甘蔗病葉，其上表皮不產生分生胞子，Weston氏報導受*Sclerospora spontanea* Weston及*S. philippinensis* Weston爲害甘蔗之病葉，上表皮亦不產生分生胞子(15,16)。但Leece氏(11)報導受*S. sacchari*爲害甘蔗之上表面在非常適宜條件下，也可產生少量之分生胞子。據本試驗之結果及第一作者經數年詳細觀察，發現在良好環境裏，其量較少，僅及下表皮者之1/5至1/10而已。

三宅氏報導(12)田間分生胞子落下之最高峯約在早晨2時30分；松本、楊兩氏(5)之觀察亦同，並發現胞子落下時間，共達五小時。本試驗所得結果，分生胞子散逸之高峯約在早晨1時30分，而散逸時間約爲七小時。產生分生胞子直後及雨天之病葉，需經九至十小時後方能再度散逸分生胞子。本菌與其他露菌相似，其分生胞子之產生具週期性(13.14.16.17.18)。蓋病原菌一次產生胞子必需經一定時間才能恢復其再度產生胞子之能力，本菌之恢復期則需九至十小時。

白晝田間由於陽光强而濕度低，不能產生分生胞子，雨天則不論白晝或晚間均不能產生胞子，其原因何在，尚待進一步之探究。

散逸盛期所收集之分生胞子，於適宜環境下經 10 分鐘即可發芽， 30-40 分鐘發芽率達 50% 以上，而一小時內可全部發芽。又知分生胞子落在葉面經 60 分鐘後，其抽出之發芽管已能侵入寄主組織內。田間分生胞子散逸多在午夜後 1.30-3.00時間，故於清晨陽光照射前，本菌之分生胞子已有充分時間在寄主葉面上發芽，並侵入組織。

自然散逸之胞子均能發芽，惟胞子發芽速度以散逸盛期者最快， 後期收集者次之， 而以前期收集者最慢，其原因何在，尚待探究。

三宅氏[12] 報導本菌之分生胞子在其胞柄上發芽，本試驗中亦見有同樣現象。又 Weston氏[15] 研究玉米露菌之一 *S. philippinensis* 時，亦證實此種現象。

楊氏等[7] 報導分生胞子在 10、 31 及 34°C 經 3 小時後其發芽率各為 7.6 、29.9 及 5.2% 。本試驗結果，收集自然散逸分生胞子於瓊脂面，經 80 分鐘後於 8-32°C 下均發芽， 與楊氏之結果有別，其原因或由於楊氏等將胞子先收集於乾玻片， 再加水滴觀察其發芽， 而本實驗乃收集自然散逸胞子於瓊脂面，較近自然狀況所致。

本菌於病葉上每晚能產生大量之分生胞子而其發芽率又高， 且於葉面可於一小時後侵入寄主組織，顯示本菌之分生胞子於甘蔗露菌病之猖獗上極具重要性也。

謝誌：本研究在南投執行期間多承糖試所露菌病測定苗圃羅煌珍先生協助， 文成後蒙朱顧問學曾斧正，特此誌謝。

五、參 考 文 獻

1. 呂理燊、朱德琳 .1959. 甘蔗及玉蜀黍間露菌病(*Sclerospora sacchari*)相互傳染之研究. 台灣糖業試驗所研究彙報20：1—7.
2. 呂理燊 .1962. 甘蔗露菌病病徵觀察及病莖種植之研究. 台灣糖業試驗所研究彙報 26 ：17—28.
3. 呂理燊、羅煌珍 .1963. 甘蔗露菌病人工接種之研究. 台灣糖業試驗所研究彙報30：11—29
4. 呂理燊、陳暹有 .1969. 甘蔗露菌病病原菌分生胞子之散逸. 植物保護學會會刊11 (4) ：79.（摘要）
5. 松本魏、楊紹明 .1961. 台灣甘蔗露菌病研究(二). 台灣糖業試驗所研究彙報24：7—18.
6. 萱嶋秀樹 .1944. 甘蔗露菌病病原菌（*Sclerospora sacchari* Miyake） の分生胞子發射機構に關する研究. 台灣總督府糖業試驗所報告 13 ： 69—74.
7. 楊紹明、鄭文義、松本魏 .1962. 甘蔗露菌病之研究(四) . 台灣糖業試驗所研究彙報 27：67—78.
8. Chang, S. C., and T. H. Wu. 1970. Effect of temperature and greminat-ion of Sclerospora sacchari conidia on corn. 6th Inter-Asian corn Improvent Workshop, Pantagar, India. 1969. (In press in Indian Phytopathology)
9. Dillewijn, C. Van. 1952. Botany of sugarcane. 317pp.The Chronica Co. U.S.A.

10. Exconde, O. R., E. A. Edralin, and B. A. Advincula. 1967. 4th Inter-Asian corn Improvement Workshop, Dep. Agr. Government of West Pakistan 111-120.
11. Leece, C. W. 1941. Downy mildew disease of sugarcane and other grasses. Bureau Sugar Exp. Sta., Brisbane, Queansland, Tech. Commun. No.5.
12. Miyake, T. 1911. On a fungus disease of sugarcane caused by new parasitic fungus *Sclerospora sacchari*, T. Miy. Rept. Sugar Exp. Sta. Govt. Formosa, Div. Pathol. Bull.No.1. (in Japanese)
13. Rider, N. E., I.A.M. Cruickshank, and E.F. Bradley. 1961. Enviroment and sporulation in phytopathogenic fungi, *Peronospora tabacina* Adam, Field enviroment, sporulation and forecasting. Australian J. Agr. Res. 12(6): 1119-1125.
14. Wagguner, P. E., and G.S. Taylor. 1953. Dissemination by atmosphere turbulence: Spores of *Peronospora tabacina*. Phytopathology 48: 736-761.
15. Weston, W.H. Jr. 1921. Another conidial Sclerospora of Philippine maize. J. Agr. Res. 20: 669-684.
16. Weston, W.H. Jr. 1923. Production and dispersal of conidia in the Philippine Sclerospora of maize. J. Agr. Res. 23: 239-278.
17. Weston, W.H. Jr. 1924. Nocturnal production of conidia by *Sclerospora graminicola*. J. Agr. Res. 27: 771-784.
18. Yarwood, C.E. 1937. The relation of light to the diurnal cycle of sporulation of certain downy mildew. J. Agr. Res. 54: 365-373.

樹薯細菌性萎凋病
(Ⅰ)病菌之分離、鑑定、病原性、病害組織觀察及防除方法 (1)

呂 理 燊　　陳 主 得(2)

摘　　要

樹薯細菌性萎凋病爲一系統性病害，近年來發生於本省各栽培地區，引起嚴重缺株，甚有廢耕者，產量損失頗大。本病一年四季不拘植株大小皆可發生，但種植後不久之幼株最易受害，病株莖上所生膠質物遇水膨脹，內含病原細菌，隨風雨傳播爲第二次感染源，足致本病蔓延成災，第一次感染源則爲病莖樹薯苗。

病菌配成懸浮液經浸苗、注射、噴霧或灌注根部，經 10—30 天後幼株葉片萎凋，葉柄及莖外部產生凹陷病斑，並生黃褐色流滲，植株導管及附近組織先受害，爾後組織破壞成口袋狀，終至突破表皮露出流膠體。上述病徵與病菌之諸生理性質經查閱文獻(11)，本菌與 *Xanthomonas manihotis* (Arthaud-Berthet) Starr最相近似。

本病之防除法首重薯苗必需採自未發病地區，待種植發芽始每隔數日巡視幼株，遇有病株立即拔除，置入塑膠袋內携回燒毀，或埋入土中或任其腐敗。拔除病株處可不行任何處理，補植健苗，發病薯園應避免連作，若非得已，應處理殘莖，使其不能抽芽，或毀滅所抽芽體以消滅病原，然後再行種植。

一、前　　言

樹薯爲本省經濟重要性次於甘蔗、落花生、茶葉及菸草之特用作物，每年栽培面積約2萬公頃(3)，通常種植於貧瘠且灌溉不便或未能灌溉之地，可粗放栽培。其塊根所製澱粉可供食用，亦爲造紙及紡織之必需原料，需要量日增，故栽培面積年有增加。日人澤田氏曾記載(4,20)本省樹薯有 *Cercospora cassavae* Ell. et Ev., *Colletotrichum manihoticola* Saw., *Guignardia manihoticola* Saw., *Irpex lacteus* Fr., *Macrophoma cassavae* Saw., *Pellicu-*

---

(1)臺灣糖業試驗所審定發表論文第 R 4—96 號。
(2)本所植物保護系聘用研究員、十一等農藝技術師。
(3)本文於60年 7 月 3 日收到。
(4)本文第二作者曾獲國家科學委員會之補助。

laria rolfsii (Sacc.) West., *Phoma manihotina* Saw., *Phyllosticta cassavae* Saw., *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary等九種眞菌寄生，但未曾嚴重爲害。

民國 52 年台糖公司埔里副產加工廠報告其太平頂及桃米坑兩農場及附近薯農之薯園發生一種不明病害，病株萎凋， 且莖端部有初爲黃白色後呈黃褐色之流膠出現而稱爲流膠病。 該廠乃於 54 年開始，從無病地區引進薯苗，使發病率減少，但仍有部份被害頗爲嚴重者。據韓、丁兩氏[5]之初步研究認爲係由細菌*Pseudomonas* sp.及眞菌*Physalospora* sp. 所引起之立枯病並提及薯苗種植前浸 2/1000 谷樂生液或可防治本病，但未下定論。

57 年 12 月間本文第一作者從事探求本病，由田間發病調查結果，除埔里外，大肚山、南投、竹山、善化、台南及玉井等地區皆有病株發生，曾簡報初步試驗結果及防除法[1]。第二作者於 59 年 7 月參加是項工作，本文乃報導兩年來之試驗結果，以就正於方家。

二、材 料 及 方 法

病菌分離：民國 57 年 12 月開始， 多次前往埔里及其他地區採取病莖分離， 經酒精擦洗病健相界處後，以火焰消毒刀片斜切病莖， 由病健相界處取一小塊組織或剝離表皮， 切取介於皮層及維管束之白色黏塊，置入馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基（以下簡稱PDA），於室溫 26—30°C範圍內培養，經 1—3 天後即生出無色之黏質菌落。本菌極易分離及鑑認，經稀釋法或塗抹法分離單細胞所長出之菌落， 確認其病原性者供用。由各地區採集分離所得皆相似， 但本試驗多以埔里採集分離及接種後所得之病莖，再行分離者供用。

接種：培養於ＰＤＡ上置26—30°C 經 2—5 天所長菌落配成濃厚懸浮液爲接種源，接種方法分：(1)薯苗浸入懸浮液內 1—2 分鐘，取出任其風乾後種植， 又病株上流膠物亦配成懸浮液供用。(2)用注射針將懸浮液注入植株生長點附近之組織內。 (3)噴霧於全株。 (4)倒入根部等四處理。接種後不加套袋，僅部份噴霧者套袋一天， 接種多於傍晚行之。除薯苗外皆用幼小植株， 又除品種抗病性測定外皆用「烏枝」品種。

至於病菌在土壤中生存能力之測定則用懸浮液與未經殺菌之土壤攪拌， 或埋置病株於木框土中，立即或經 1—2 週後種植健全薯苗，觀察其發病與否。

病徵及病害組織觀察： 本病病徵之觀察以田間及人工接種所得病株爲據， 病部組織以徒手及依 Johansen 氏法[16]石臘切片觀察之。

病菌形態及生理性質：病原細菌經一般光學顯微鏡及 JUM—7 電子顯微鏡觀察。 後者用培養 24 小時之菌落以鉻或氧化鎢爲蒸著劑行投影蒸著後觀察。

生理性質依美國細菌學者協會所訂之標準法[19]測定之。並以常用之 *Escherichia coli* 及 *Bacillus subtilis* 爲對照以資比較。死滅溫度則用直徑小於 1 mm，經消毒之細玻璃管吸入細菌懸浮液後，立刻用火焰封住末端， 浸於事先調節溫度之恆溫槽內。經10分鐘後， 立即取出投入冷水中使即冷却，用酒精擦拭管壁後， 打破玻管，傾置懸浮液於 PD 培養液內，經 4 天後仍不見混濁則認爲死滅。

三、結　　　果

病菌之分離：自 57 年 12 月至 59 年 10 月間，從埔里、大肚山、竹山及善化等處採集病株，共事組織分離百餘次，結果計 80 餘片產生病原細菌，其生長情形頗為一致。分離 1—3 天後於 PDA 上產生黏質無色菌落，任取 30 菌落接種，皆使樹薯植株呈現相同病徵，證明其病原性無甚差異。

接種：(1) 接種方法之比較：採用樹薯「烏枝」品種，分五種不同接種方法，所得結果如次：(a) 浸苗接種發病率高達 60—100%，發芽後株高 1—6 公分即發病死亡。周年舉行接種，發病率均高，病徵也頗一致，以 2/1000 谷樂生液浸苗 2 分鐘，經風乾數小時後再浸細菌懸浮液一分鐘種植者亦全部發病，且發病時間較未浸藥者提早 1—2 天。又以 1/10,000 Agrimycin 水溶液浸苗後接種者發病率亦高達 90%，與未處理者相同。(b) 注射懸浮液於幼株生長點附近接種者經10—20 天後發病，發病率高達 90—100%，一年四季皆可引起發病，僅注射蒸餾水之對照株未現異狀。(c)噴霧接種者經 10—20 天後葉片萎凋出現膠狀物。未套袋者發病率僅 10%左右，而套袋者高達 90—100%。但於接種 24小時前噴 1/10,000 Agrimycin者，經接種後發病情形與對照者相同。(d) 根部接種者，就種植一個月後之植株切傷根部灌入細菌懸浮液。夏季時經 3—4 週後地上部即呈現典型病徵。前後 2 次，每次供試 5 株，發病率皆為 20 %。(e)新鮮病株流膠物作成水溶液後浸苗，前後 2 次共 40 苗，發病率為 90—100%。

(2) 不同樹薯品種間之比較：59 年 8 月間就 21 個品種之薯苗浸漬細菌懸浮液，種植一個月後，其發病率如表一：

表一：　樹薯品種對細菌性萎凋病之抗感性

品　種	接種苗數	發病株數	發病率	品　種	接種苗數	發病株數	發病率
Bán Mi	11	7	63.6	San Tay	9	5	55.6
Ban Gon	10	5	50.0	San Trung-Tam	16	13	81.3
Ban Ta	18	15	83.3	Thailand No.9	7	6	85.7
Belawi No.123	6	5	83.3	Valenca	7	6	85.7
Cosmopolis	10	7	70.0	Valenca No.5	7	4	51.7
Guaxpé	6	5	83.3	大 有	14	14	100
Mangi	9	7	77.1	烏枝（本地）	12	8	66.7
Mangi No.4	12	10	83.3	烏 枝	16	11	68.8
Piraqununga	2	1	50.0	粉 紅	20	18	90.0
San Blao	4	4	100	鷄脚瓜	11	8	72.7
San Do	17	12	70.6				
San Trang	18	11	61.1	總　計 22	242	182	75.2

各品種之發病率自 50% 至 100% 不等，而栽培最多之「烏枝」，發病率爲 66.7—68.8%。可見供試品種間對本病無强抗性者之存在。

(3) 寄主範圍：就蕃茄、芥菜、西瓜、萵苣、胡瓜、高粱及 Lima bean 等不同作物諸品種之種籽，播種植缽內待長成幼苗後，行注射及灌入根際接種，所有作物幼苗經月餘後仍無發病現象。

又病菌懸浮液注入聖誕紅、茄苳及變葉木等生長點附近組織，也未引起任何異狀。至於同時間即 58 年 4 月間注射接種之樹薯經 14—17 天後表現萎凋及流膠病徵，而切根灌土者也在 3—4 星期內發病，可知本菌似僅能爲害樹薯而無其他寄主之存在。

本菌在土中之生存能力：58 年 7 月間灌注培養菌之濃厚懸浮液於木框乾土中，使其濕潤後立即種植健全薯苗，或經一至二週後種植，同時並將已有發病株之木框翻埋病株於土中，亦分三期種植健全薯苗，經一個月後調查發病情形。

於翻埋病株後立即種植區，經 18 及 24 日各發病一株，於灌注懸浮液立即種植者經 24 日及 27日各發病 2 及 1 株，惟經一及二星期後種植者皆未見發病（如表二）。由此可知本菌在土壤中之生存能力頗爲微弱。

表二： 樹薯細菌性萎凋病病菌在土壤之生存能力

調查項目	處理別與發病率					
	灌注細菌液後種植			翻埋病株後種植		
	0	1 週	2 週	0	1 週	2 週
供試株數	9	16	6	12	15	13
發病株數	3	0	0	2	0	0
發病率	33.3	0	0	16.7	0	0

又據現場之經驗，拔除幼小病株後補植健苗時，常有不發病而能長大成株者，補植株縱有發病，時期頗不一致，推斷此項感受可能附近病株由空中傳播之病原侵害所致。

病徵：健全薯苗浸菌懸浮液植後 5—10 天仍能正常發芽，但當植株高達 1—6 公分或 10 公分時，葉片即呈萎凋，同時於莖及葉柄上產生黏物質，初呈白色，漸轉呈鮮黃褐色且堅黏於表皮外側（圖 3,4），遇雨水時黏塊膨脹，呈綿狀白色（圖 6），內含病原細菌，隨風雨飄至附近健株而又侵入爲害，產生黏質四周之表皮，略下陷，常呈不規則紡錘形，不久轉爲紫紅色而終呈黑色，致使病莖枯死。由病莖採苗種植者發芽不久即呈現上述病徵而枯死。若僅一芽發病而枯死，則同苗上尚未萌發之芽可再萌發，但不久仍現病徵而致全苗枯死。注射接種時，常於附近所着生之葉片先行萎凋，莖及葉柄產生黏質塊狀物而整株枯死。葉面接種者葉片先行萎凋，葉柄繼之，並產生黏質塊狀物，隨後莖部亦產生典型病徵而使整株枯死。根部接種者則先由近頂端生長點處之葉片先行萎凋，然後漸次向下，終使全株枯死，所有病株皆爲莖之一側先行呈現病徵，而後擴及全面。

病株維管束初呈黑褐色而終呈黑色，可由表皮外貌認知之（圖7），受害株之根部轉黑，不久內部腐爛而剩外皮，剖檢受害塊根，組織亦呈黑褐色。初期者現於與病莖呈現病徵之同一側，至後期莖部四周皆呈病徵時，塊根亦全面受害，惟缺流膠物質（圖8）。

田間幼小植株發病者，與接種所得者相同，至於較大植株則由成莖之中上部或近上部處先行萎凋（圖5），黏質物亦多產生於萎凋一側，莖部略呈凹陷變紫紅至黑色，惟不久後，莖之另一面亦萎凋而使全莖枯死，枯死速度較緩時，每節之芽仍能抽出，長達1—4公分左右即行萎凋，呈現典型病徵而枯死，一株中雖有一莖發病死亡而他莖仍健全者，惟一般於不久後即行萎凋，遂使整株枯死，即示本病爲一系統性病害。

田間一年四季不論植齡皆可發病，但一般於種植後半個月至三個月內即3—6月間之幼小植株發病最爲嚴重，尤以風雨交錯後爲最，長大植株發病較少，入冬葉片未凋落前，病徵較不顯著，僅上部萎凋乾枯，不易與由炭疽病菌引起之頂枯病（die back）區別，惟仍可觀察到受雜菌着生轉黑之不顯明黏質物，此等病組織未枯死時，仍可分離得病原細菌。

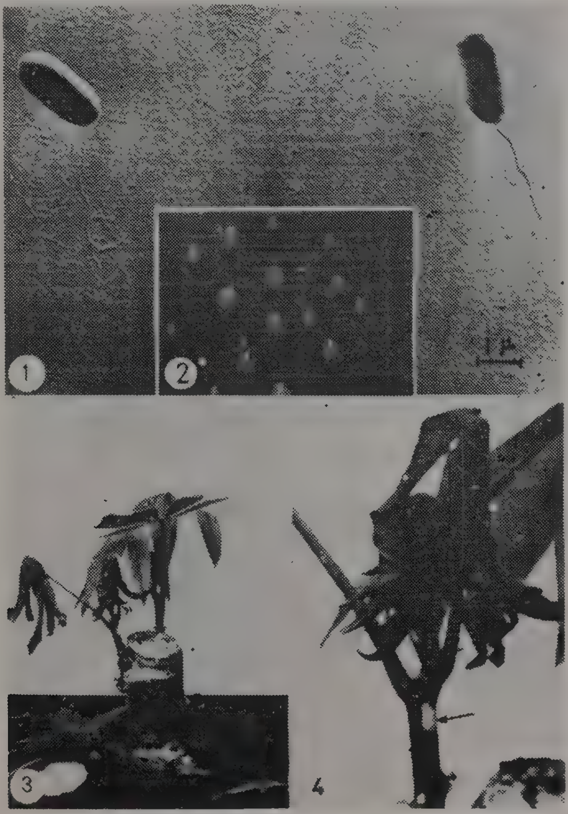


圖 1. 電子顯微鏡照片示 *Xanthomonas manihotis* 具單極鞭毛
圖 2. PDA 上 30°C，一天後所生長之 *X. manihotis* 菌落。
圖 3. 健苗浸入細菌懸浮液後種植經二十天。左側小株萎凋，並於莖上產有流膠物。右側小株外觀仍健全
圖 4. 圖3之左側小株放大，明示流膠物。

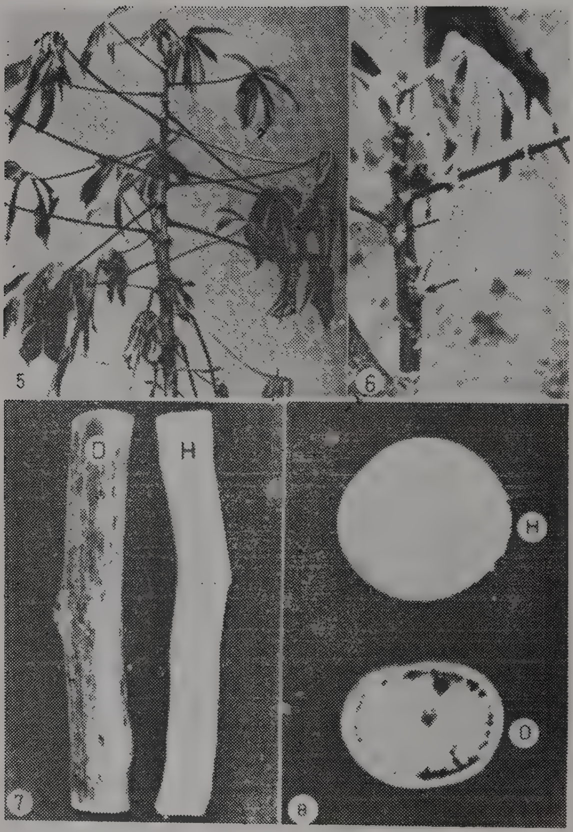


圖 5. 田間病株示葉片萎凋，

圖 6. 田間幼小病株於下雨時流膠物膨脹呈白色綿狀。

圖 7. 樹薯莖去皮後示病莖變黑色（D）而健莖者呈白色（H）。

圖 8. 樹薯塊根示病株者（D）呈黑色，健全者（H）呈白色。

病害組織觀察： 病害莖部橫切面示初覺病徵爲部份導管及其附近接近之組織[illegible]呈黑褐色，充滿內容物（圖 9,10），同時篩管部組織之柔膜細胞亦充滿黑褐色者，[illegible]久之木質[illegible]可能受酵素之作用而分解（圖 11），而其附近組織亦被破壞而呈袋狀（圖 13），在[illegible]袋狀[illegible]內病菌可多[illegible]侵害，袋狀組織因細菌之侵展而擴大，終於突破表皮而使細菌及其他分泌物流至表皮外（圖 12，14,15）氣候乾燥時分泌物呈黃褐色光澤，遇水即行膨脹呈綿狀乳白色，細菌常沿維管束[illegible]，惟髓部似不受侵害。

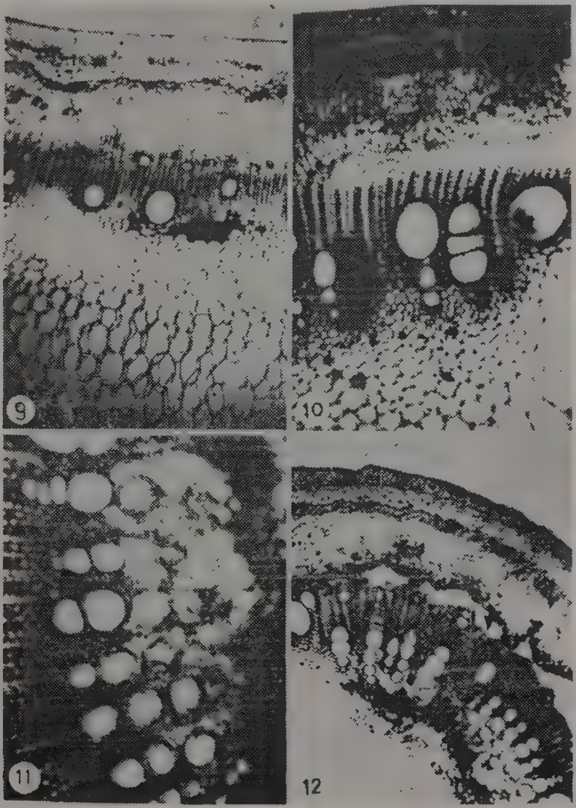


圖 9. 病莖徒手切片示髓部上方近導管組織充滿黑褐物，同時[illegible]形成層上方亦有變色細胞。

圖10. 同上，明示導管內充滿病原細菌及其他變色物。

圖11. 同上，示導管因病菌之侵害而分解。

圖12. 同上，示組織沿導管最上層處脫離情形。

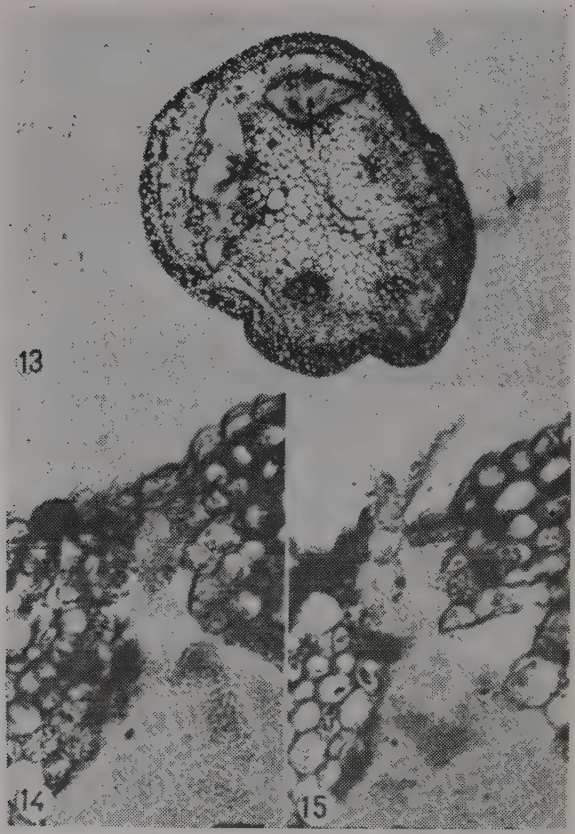


圖13. 葉柄之石臘切片，示病組織內有「口袋狀」之破裂部份(↗)。
圖14. 同上，明示「口袋狀」邊緣擴展至表皮。
圖15. 同上，明示表皮破裂，內含細菌及填充物流出情形。

病菌之形態：培養於PDA之病原菌置入 26—30°C 定溫箱經 24—48 小時後，用電子顯微鏡觀察病原細菌呈桿狀，兩端鈍圓，大小爲0.9—1.5×1.8—3.2μ，具細長單極單條鞭毛（圖1）。備片觀察時易黏在一起，經染色時不具莢膜，呈克氏陰性反應（Grain negative），惟隨菌齡增加，有趨克氏陽性之勢。

病菌之生理性質：在營養肉汁瓊脂培養基（Nutrient Agar）上做平面培養時生育不良，呈乳白色，圓形中高之菌落。無臭味，乏螢光，斜面培養則呈擴散狀，亦呈乳白色，生產量更少，黏度較大，在 PDA 上則爲透明（圖 2），生長極旺盛，有流動性，穿刺培養時只沿着穿刺處略有絲狀生育。

液體培養時，勿論營養肉汁，PS (Pepton sucrose medium) [15]，PD (Potato dextrose) 及 Czapek 氏培養液中生長情形皆不良，尤以 Czapek 氏者最差，本菌多在液體表面

生育，搖動後靜止一天則沿管壁有一薄層黏質半透明之菌層，振盪之則均勻分佈培養液中呈現混濁，可證本菌爲好氣性者。

生長適温爲 22—34°C，尤以 30—34°C 最佳，14°C 經 2 天稍有生育，38°C 則無生育，經 2 天後移置 26°C 仍無生育。培養基在 pH6.7—8 之間生育良好，5，6及 9 則生育較差。死滅温度可能爲 52°C，蓋 48° 及 50°C 處理後經培養於 30°C2 天，微見培養基混濁示本菌之生育。3，3.5 及 4 %食鹽水經三天後仍不見生育，但 2 和 2.5%時則有生育。

碳水化合物之醱酵性，於葡萄糖、蔗糖、木糖（d-xylose）、果糖（d-fructose），arabinose 及 cellobiose 皆呈酸性反應，但無氣體之產生，至於乳糖（lactose）則未呈酸性。

澱粉可被水解，對石蕊牛乳還原力極微，液化動物膠之能力微弱，培養 9 天始有反應，經 15 天之培養仍無 Indole 之產生，經 6—7 天能產生硫化氫，經 8 天後仍不具還原硝酸鹽爲亞硝酸鹽之能力，Catalase 呈正反應，Cytochrome oxidase 亦呈正反應，Voges-Proskauer 反應爲陰性。

本病菌以 PDA 培養時，未見有變異之發生，以培養達一個月久之菌落接種時，除略延其發病時期外，致病率未見減低。

防除法：本病之防除方法，首應注意種植用苗，必需採自無發病薯園，並盡可能避免連作。

惟若嚴格執行下列步驟時，連作情形下亦可防治本病之猖獗。

(1) 種植後發芽始每隔數日調查薯園，遇有萎凋及流膠株則連根拔除病株，放入塑膠袋內携出圃場。

(2) 拔除病株經 2—3 星期後，缺株處可不行任何處理，補植薯苗。

(3) 爾後若有發病者仍繼續拔除病株，並携出處理。

(4) 病株應予燒燬，埋入土中，數量過多時可堆積一處，上加覆蓋，任其腐爛。

(5) 發病薯園需連作時，應燒燬殘莖，若有困難時可切碎翻入土中，不使抽芽。若有抽芽者應加毀滅，並於整地後經 1—2 個月種植，可無傳病之虞。

埔里副產加工廠太平頂發病最嚴重地號於 59 年及 60 年採用上述方法植薯，至 60 年上半年本文脫稿時，發病情形已顯著減輕，不再成災。

四、討　　論

樹薯細菌性萎凋病在本省於民國 52 年始引起注意。惟據記載，台灣於日據時代曾有莖腐病之發生[2]，係由細菌 *Bacillus manihot* n. sp. 寄生所致，其特徵爲落葉，莖之末梢枯黃，病莖之塊根成份發生變化，由此簡單記述推測，可能即爲目前所發生者。查國外文獻所記樹薯細菌性病害有4種，其中之 Bacterial wilt 與本病害頗爲相似。該病最初（1912 年）發生於巴西[7]並被認爲嚴重病害[7,8,9,12,13,14]，經學者之研究，確定病菌爲 *Xanthomonas manihotis* (Arthaud-Berthet) Starr[11,21]。除巴西外，毛利西斯亦有發生[18]。據 Elliott女士[11]記載本菌有五個異名，再詳查其形態、生理性質、病徵及寄主只限於樹薯屬（*Manihotis* spp.）等項，本文所述者與之最爲相近。

鑑於本病田間傳播迅速，病情嚴重，又可由薯苗帶病，因此爲防範本菌隨薯苗傳入，故有些國家曾以法令禁止由發病國家或地區輸入薯苗[6,9,12]。

據報導 Guaxpé forage variety [10] 及 No.59 Branca de Sta catarina 及 No.199 Raiz Comprider 之後代 [17] 對本菌爲抵抗性，目前臺灣尚無此等品種，欲栽培時亦應先證明其對本省病原系統之抗性方可供用。在目前諸栽培品種均不具抗性之情形下，防除之道，除禁止病區採苗外，實應採用本文所列防除法，以保障樹薯之生產。

本菌易於分離培養，且不易變化，人工接種之發病率甚高，又有產生酵素分解寄主組織及多醣類以保護菌體之特性，實爲學術上一良好之研究材料。

誌謝：本試驗工作承本公司埔里副產加工廠前任楊廠長錫才及現任陳廠長雲鵬之讚助，現場標本採集，發病情況及防治試驗，承該廠農場課蘇課長大圵、姚股長文蘭及其他同仁之協助，始得順利進行。病菌之生理性質，承中興大學植物病理學系黃貞吟及賴銀波兩位同學分別在民國 58 年及 59 年暑假實習期間協助，病理組織之石臘切片則承同校農藝系胡僑斌同學在民國 58 年暑假實習期間協助，又承同校植物病理學系陳脈紀教授惠助電子顯微鏡觀察，本稿蒙朱顧問學曾細心斧正，特此一併誌謝。

五、參 考 文 獻

1. 呂理燊. 1970. 樹薯萎凋病之防治. 豐年 20 (14) : 18—19.
2. 茅秀生. 1951. 臺灣之樹薯. 臺灣特產叢刊第八種，臺灣銀行 p80.
3. 臺灣省政府農林廳. 1967. 臺灣農業年報，民國 56 年版 342pp.
4. 澤田兼吉. 1919. 臺灣產菌類調查報告第 1 編. 台灣總督府農事試驗場特別報告第 19 號.
5. 韓又新、丁東海. 1967. 樹薯立枯病之研究. 中間報告. 抄寫本 7pp.
6. Anonymous. 1945. Service and regulatory announcements. April to June, S.R.A., B.E.P.Q., U.S. Dept. Agr., 30—32. (In Rev. Appl. Mycol. 25 : 192. 1946)
7. Burkholder, W.H. 1942. Three bacterial plant pathogens : Phytomonas caryophylli sp.n., Phytomonas allicola sp.n., and Phytomonas manihotis (Arthaud-Berthet et Bondar) Viégas. Phytopathology 32 (2) : 141—149.
8. Chaves Batista, A. 1946. (Principal plant diseases in the northeast.) Bol. Agr. Pernambuco13 (4) : 195—252. (In Rev. Appl. Mycol. 26 : 237. 1947)
9. Costa, F.1940. (Regions infected by the bacteriosis of cassava) Biologico, 6 (11) : 332. (In Rev. Appl. Mycol. 20 : 238. 1941).
10. Drummond-Goncalves, R. 1953. (Bacteriosis and the Guaxupé Cassava.) Biologico 19 (6) : 114—117. (In Rev. Appl. Mycol. 33 : 203. 1954)
11. Elliott, C. 1951. Manual of bacterial plant pathogens. Chronica Botanica Co. U.S.A. 186 pp.
12. Franco do Amaral, J. 1942. (A study of the causal organism of a bacteriosis of Cassava.) Arq. Inst. Biol., S. Paulo 13 : 119—125. (In Rev. Appl. Mycol. 22 : 465.1943)

13. Freire, J.R.J. 1933.(Considerations regarding the probable identity of Bacterium robice Bour. and Xanthomonas manihotis (Arthaud-Berthet) Burk.) Agron. Porto Alegre, 6 (3) : 111—117) . (In Rev. Appl. Mycol. 34: 510. 1955)
14. Freire, J.R.J.1951. (Considerations on the problem of cassava bacteriosis.) Rev. Agron. Ports Alegre 15 : 103—104. (In Rev. Appl.Mycol. 31 : 589. 1952)
15. Hayward. A.C. 1964. Characterics of Pseudomonas solanacearum.J. Appl. Bacteriol. 27 (2) : 265—277.
16. Johansen, D.A. 1940. Plant Microtechnique. 523pp. Mc Graw-Hill Book Co. New York U.S.A.
17. Normanha, E.S., and A.S.Pereira. 1950.(Agronomic aspects of the cultivation of cassava (Manihot utilissima Pohl.) . Bragantia, S. Paulo, 10 (7) : 179—202. (In Rev. Appl. Mycol. 31 : 419. 1952)
18. Orian, G.1948. Division of plant pathology. Rep. Dep. Agr., Mauritius 1947.37—43. (In Rev. Appl. Mycol. 28 : 326. 1949)
19. Pelczar, M.J. (chairman) 1957.Manual of microbiological methods.The Soc. Amer. Bacteriol. 315pp. McGraw-Hill Book Co. New York U.S.A.
20. Sawada, K. 1959.Descriptive catalogue of Formosan Fungi, Part 11 : 268p. Coll. Agr. National Taiwan Univ., Spec. Publ. No.8.
21. Starr, M.P.1946. The nutrition of phytopathogenic bacteria. J. Bacteriol. 51 (2) : 131—143.

嵌紋病對甘蔗品種 F160 生育之影響[1]

王　卓　三[2]

摘　要

本所育成之新品種 F160 對嵌紋病爲中等抵抗性，田間曾發現病株，本文乃就其耐病性研究之結果。

自然環境下病株復健率達 24.5%，自然傳播率 0.3%。病苗蔗莖產量減低 16.63%，糖產量減低 17.77%；原料莖數減少及枯死莖之增多爲減產重要原因。

由於 F160 復健率高，自然傳播率低，對甘蔗產量之影響不如 N:Co310品種之大，嵌紋病當不致構成本品種栽培推廣之限制因子。

一、引　言

甘蔗嵌紋病（mosaic）是一種重要病害，除極少數蔗區外，都非常重視嵌紋病的防除[2]，本省在F 108 品種栽培時期，嵌紋病曾是最嚴重的問題，中等抵抗性品種 N:Co.310 的推廣，除花蓮地區外，嵌紋病消滅於無形。美國路州甘蔗病害之防除仍以嵌紋病爲主[4]。

甘蔗品種與嵌紋病毒素生理型（Strain of mosaic Virus）之間關係錯綜複雜，隨時在衍變 (2.5) 每一品種對嵌紋病之抵抗性耐病性（Resistence and tolerance）並不一致，甘蔗新品種在推廣前都已經歷抗病測驗，耐病性測驗當亦爲栽培之重要參考資料。

F160 爲本公司新推廣品種，由於豐產高糖宿根力强，59／60 年期栽培面積已居所有品種之第二位，佔總面積之 10%，前途無量，但 F160 對嵌紋病爲中等抵抗性[3]，在某些農場曾發現頗多病株，顯然嵌紋病將爲 F160 栽培之重要限制因子。本場有鑑於此，乃進行本品種之耐病性測驗，以爲推廣栽培之參考。

---

(1)台灣糖業試驗所審定發表論文第 R4—97 號。

(2)本所新營實驗場十一等農藝技術監。

(3)本文於60年 5月 3 日收到。

二、試驗材料及方法

自溪尾農場採得染病甘蔗，運回本場參加試驗，健全甘蔗由本場採苗供給。每小區八行，行長八公尺，行距1.25公尺，隨機排列，重複十四次。試驗地屬砂質壤土，前作爲太陽麻，58年8月15日種植，60年2月6日採收，生育期18個月。

植後20日舉行發芽調查，病苗區發芽率90.6%，健苗區發芽率65.9%，病苗區以分株方法補植，健苗區以普通蔗苗補植。

幼蔗生育期曾舉行生育調查二次，發病調查一次，甘蔗成熟時將每小區中間四行之莖重莖數及枯死莖作爲試驗成績，同時每小區任取蔗莖十支，測量其莖徑及莖長，每小區任取蔗莖五支以供分析糖份。

三、試驗結果及討論

58年之12月病苗區曾經詳細調查，其發病情形如下表：

第一表：　病苗區之復健株調查

項目 / 重複	復健株數	復健率	發病率
1	33	37.5	62.5
2	27	30.7	69.3
3	21	23.8	76.2
4	29	33.0	67.0
5	21	23.8	76.2
6	19	21.6	78.4
7	24	27.3	72.7
8	16	18.2	81.8
9	20	22.7	77.3
10	27	30.7	69.3
11	17	19.4	80.7
12	14	15.9	84.1
13	17	19.3	80.7
14	25	28.4	71.6
計（平均）	310	24.5	74.8

復健是嵌紋病之特徵[2]，與品種之關係密切，N:Co. 310之復健株佔9.9%[1]，F160之復健高達24.5%，實爲可喜之現象。POJ 213曾因復健率之高，雖初期推廣時病株很多，但後來却極少病株發現[2]。

59年3月間健苗區曾作普查，發現病株9株，由於此9株病株於甘蔗植後七個月才被發現，顯然爲第二次傳播（Second infection）而來，折算發病率僅0.3%。N:Co.310之自然發病率爲4.4%[1]，高出F160何止十倍。由此可見F160之抵抗性頗强。注意苗圃檢疫，慎選健苗種植，自然環境下發病機會不大。

58年11月及69年3月曾擧行生育調查二次，計算每株甘蔗之分蘗數，測量每株甘蔗最高莖之株高，每小區均調查中間二行，其結果統計如下表：

第二表　生育調查成績

處理＼項目＼日期	58年11月		59年3月	
	株高（公分）	分蘗數	株高（公分）	分蘗數
病苗區	31.78	3.76	101.99	8.40
健苗區	30.99	3.62	107.35	9.00

由上表可知，甘蔗生育初期病苗區及健苗區之蔗株生長及分蘗數並無顯著差異，健苗區因發芽不良補植很多，株高及分蘗數均不及病苗區。植後七個月時已是幼蔗生長後期，分蘗數應達於最高期，雨季來臨後即轉變成生長旺盛期，斯時之株高及分蘗數已有顯著差別，病苗區各減少5%左右。

第三表　收穫調查成績表

處理＼項目	原料莖數（公頃）	蔗莖產量 噸／公頃	甘蔗可製糖率%	糖產量 噸／公頃	莖長（公尺）	莖徑（公分）	枯死莖 %
健苗區	61250	168.35	13.56	22.84	3.71	2.9	4.60
病苗區	57750	140.37	13.33	18.71	3.63	2.9	6.38
差異		極顯著		極顯著			

公頃蔗莖產量及糖產量均經變量分析， 處理間差異達於 1 % 顯著平準。病苗區分別減產達 16.63 %及 17.77 %。 由第四表之結果可知病苗區有 24.8 % 蔗株已復健， 因此折算成完全病株，其減產率應爲 22.21 % (4)。R.J. steih之研究(4) ，L.60—25 品種嵌紋病發病率在 50 %以下時與健苗區比較雖有減產傾向，但差異並不顯著。實際田間栽培時 100% 發病情形也極少見，所以 75% 左右發病率當爲研究生育影響之最恰當時機。

病苗區蔗產量之減低，最重要的原因在於原料莖數之減少，枯死莖之增多，N:Co.310 染嵌紋病後也有相似之情形(1)。N:Co. 310 病株減產可高至 46% (1)， 由此而知 F 160 尙屬一耐病性品種，因爲F 160 之復健率較高，自然傳播力低，耐病性强，嵌紋病當不致成爲 F 160 推廣栽培之限制因子。

誌謝：本試驗蒙李嘉郁先生之協助，謹此致謝。

四、參 考 文 獻

1. 王卓三 .1952. 嵌紋病對 N:Co. 310 之影響. 虎尾蔗作改良場研究報告 8:77—85.
2. Abbott, E.V. 1961. Sugar cane diseases of the world. Elsevier Publishing Co. 1:407—430.
3. Mok, B. C., and S. Lee. 1971. New cane varieties released in Taiwan F. 160, F.161, F.162. Taiwan Sugar 18(1) : 11—14.
4. Steib, R.J., and S.J.P. Chilton. 1969. 1969 sugar cane mosaic recommendations changed to include recent research finging. Sugar Bull. 47(11) : 4—12.
5. Tippett, R.L., and H. koike.1970. Sugarcane mosaic virus strain I its incidence in Louisiana. Sugar Bull. 49 (5) : 72—73.

蔗螟周年發生消長之調查研究(1)

Ⅵ、溪　湖　區

梁　崇　仁(2)

摘　要

台中區屬各糖廠包括台中、月眉與溪湖等三廠，台中與月眉二廠之農場多位於大肚山區，是屬於中部山地區，溪湖廠則屬於中部平地區，農場則多位於近西海岸之濱海地帶，其蔗作環境與虎尾區屬各農場相類似，自 49／50—55／56 年期於溪湖廠之萬合農場 N:Co310 秋新植（8 月中旬植）蔗園進行調查，調查時期爲植後一個月開始至翌年之 12 月原料莖收穫爲止，所得結果摘要如後：(1)幼蔗期間：以白螟枯心支數居第一位，佔總螟害枯心支數之43%，其次是黃螟枯心，佔總螟害枯心支數之 36.1%，條螟枯心居第三位，佔 17.1% 紫螟與二點螟枯心發生爲最少，各僅佔 3.5% 與0.3%，各種螟害枯心之發生盛期，白螟枯心是在每年之 9 月中旬至 10 月中旬，比較整齊，黃螟枯心是在植後翌年之 1 月至 5 月，條螟枯心多數年期是在 10 月下旬至 12 月，(2)成蔗期間：六個年期均以黃螟爲害節間佔絕對多數，佔總被害節間數之 95.2 %，其次是條螟爲害節間，僅佔 4.5%，此外尚有極少數之紫螟與二點螟爲害節間，此種發生趨勢與以前所報告各蔗區（新營、虎尾、屏東、與麻佳）調查結果相同，成蔗期間各月（6—12 月）之黃螟爲害節間迨無顯著之起伏，未有高峯出現，條螟爲害節間之消長依年期別而有不同，但均在 9—12 月間。

一、前　言

本公司台中區屬各糖廠包括台中、月眉與溪湖等三廠，台中與月眉廠之自營農場多位於大肚山區，依甘蔗生態區域分是屬於中部山地區，溪湖廠之自營農場則多屬於中部平地區，二區之蔗作環境完全不同，大肚山區係紅壤土，灌溉困難，故秋植甘蔗均於 8 月以前種植，溪湖廠區自營農場之蔗作環境則與虎尾區屬各廠相近，均位於近西海岸之濱海地帶，故台中區之自營農場蔗作環境顯然可分爲二類，其蔗螟發生情形亦截然不同。本報告係繼續以前五報 [1,2,3,4,5] 就溪湖廠自 49／50～55／56 年期所調查之結果整理而成，大肚山區之調查部份容後續報。

---

(1)台灣糖業試驗所審定發表論文第 R5—54 號。

(2)本所植物保護系代主任。

(3)本文於 60 年 8 月 7 日收到。

二、調查預測田之設置與調查方法

調查預測田設置於溪湖糖廠之萬合農場， 供試品種爲 N:Co 310 ， 預測田甘蔗均爲秋新植（8 月植），面積爲 0.3 公頃，田間管理依照常規，不作任何特殊處理，調查方法已詳於以前之五篇報告中，(1,2,3,4,5) 簡言之，幼蔗期間（自揷植至翌年之 5 月），每旬調查一次，記錄每次所割取之各種蔗螟枯心支數，成蔗期間（自 6 月至 12 月收穫爲止）， 每半個月調查一次，每次隨機割取原料莖100 支剖檢調查， 記錄每次所檢視之每種蔗螟爲害節間數， 然後以各種蔗螟逐月之幼蔗分蘖枯 心支數與成蔗原料莖被害節間數分別繪製曲線圖， 以示各種蔗螟周年發生消長情形。

三、調 查 結 果

(1) 幼蔗期間： 自甘蔗植後經過一個月開始進行第一次調查， 至翌年之 6 月爲止， 計調查 10 個月，所穫各年期五種蔗螟之發生密度列如表 1.，各月之消長繪如圖 1.，每種螟虫各月之消長繪如圖 2.（黃螟）、圖 3.（條螟）、圖 4.（紫螟）與圖 5.（白螟），最後將各年期五種蔗螟各佔枯心百分率繪如圖 6.

表1. 溪湖廠49／50～55／56年期秋植甘蔗幼蔗期間五種蔗螟枯心之發生密度

年期別	調查農場	種植日期	品種	分蘖枯心支數					合計
				黃螟	條螟	紫螟	二點螟	白螟	
49／50	萬合	48. 8. 5	N:Co310	102	83	118	9	1169	1481
50／51	萬合	49. 8.18	N:Co310	1657	214	477	4	77	2429
51／52	萬合	50. 8. 3	N:Co310	835	692	94	37	2045	3703
52／53	萬合	51. 8.19	N:Co310	801	157	10	0	1051	2019
53／54	萬合	52. 8.13	N:Co310	1646	1883	147	2	2717	6395
55／56	萬合	54. 8.12	N:Co310	4783	1628	98	18	4692	11219
合計及各佔百分率				9824	4657	944	70	11751	27246
				36.1	17.1	3.5	0.3	43.0	100.0

調查期間：當年之9月至翌年之6月

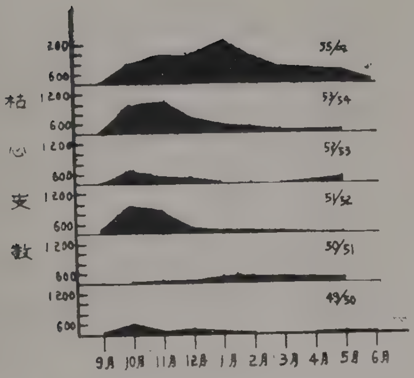


圖1. 溪湖糖廠秋植甘蔗幼蔗期間蔗螟枯心密度之消長

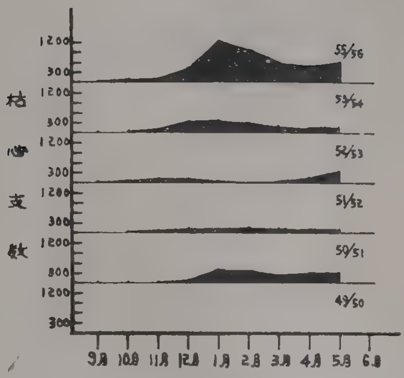


圖2. 溪湖糖廠秋植甘蔗幼蔗期間黃螟枯心密度之消長

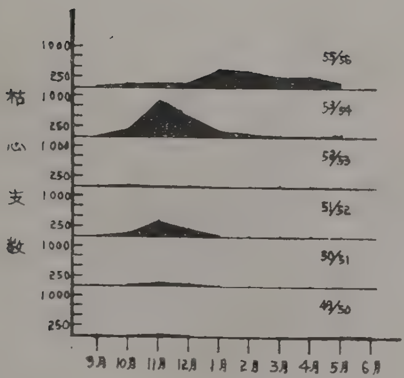


圖3. 溪湖糖廠秋植甘蔗幼蔗期間條螟枯心密度之消長

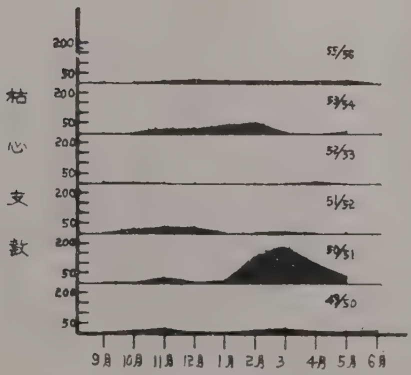


圖4. 溪湖糖廠秋植甘蔗幼蔗期間紫螟枯心密度之消長

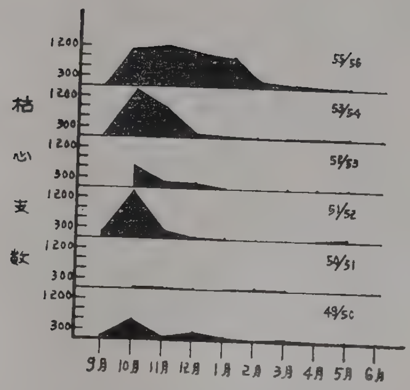


圖5. 溪湖糖廠秋植甘蔗幼蔗期間白螟枯心密度之消長

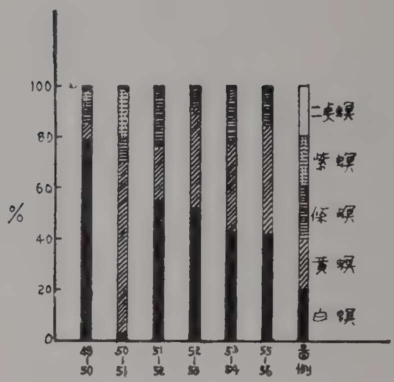


圖6. 溪湖糖廠秋植甘蔗幼蔗期間五種蔗螟枯心各佔百分率

就所調查之六個年期中，各年期所發生之蔗螟枯心支數，以55／56年期爲最高，於0.3公頃面積內，計有螟害枯心11219支，其次是53／54年期之6395支，以49／50年期爲最少，僅得1481支，螟害枯心顯有逐年增加之趨勢。六年期中有四年期以白螟枯心佔多數，尤以49／50與51／52二年期所佔比例爲最大，其餘二年期則以黃螟枯心佔多數，故六年期中五種蔗螟枯心各佔比例，以白螟居首，佔總枯心支數之43％，其次是黃螟枯心佔26.1％，條螟枯心居第三位佔17.1％，以紫螟與二點螟枯心爲最少，僅各佔3.5％與0.3％。

各年期各月蔗螟枯心發生之消長（圖1.），自9月份開始即發生螟害枯心，至翌年之6月迄未間斷，49／50與51／52～53／54等4 年期之發生盛期是在9月中旬至11月中旬，55／56年期因螟害枯心發生特多，其發生盛期亦長，自10月迄翌年之5月爲止。

黃螟、條螟、紫螟與白螟枯心密度在各年期各月之發生消長，黃螟枯心均在甘蔗植後翌年之1月至5月是其盛期（圖2），條螟枯心除55／56年期之發生盛期是在1月至5月外，其他5年期均在10月下旬至12月（圖3），紫螟枯心在枯心較多之50／51年期，其盛期是在翌年之2月至4月，其他各年期發生較少（圖4）。各年期之白螟枯心發生盛期比較整齊，均在9月中旬至10月中旬，55／56年期因枯心較多，其發生盛期延長至翌年之1月（圖5）。

(2) 成蔗期間：在甘蔗植後之翌年6月開始至12月原料蔗收穫爲止，計調查7個月，各年期四種蔗螟爲害節間數示如表2.，各月之消長繪如圖7.，黃螟、條螟與紫螟各月之消長示如圖8、9與10，各年期四種蔗螟爲害節間數所佔百分率繪如圖11，48—55年之各月平均氣溫與降雨量示如圖12：

表2. 溪湖廠 49／50～55／56 年期秋植甘蔗成蔗期間四種蔗螟爲害節間之發生密度

年期別	調查農場	種植日期	品種	被害節間數 黃螟	條螟	紫螟	二點螟	合計
49／50	萬合	48. 8. 5	N:Co310	1606	41	32	3	1682
50／51	萬合	49. 8.18	N:Co310	3778	97	6	0	3881
51／52	萬合	50. 8. 3	N:Co310	4515	208	4	0	4727
52／53	萬合	51. 8.19	N:Co310	1213	76	0	0	1289
53／54	萬合	52. 8.13	N:Co310	968	63	0	0	1031
55／56	萬合	54. 8.12	N:Co310	1486	152	0	0	1638
合計及各佔百分率				13566	637	42	3	14248
				95.2	4.5	0.3	0.001	100.0

調查期間：甘蔗種植後之翌年7月至12月

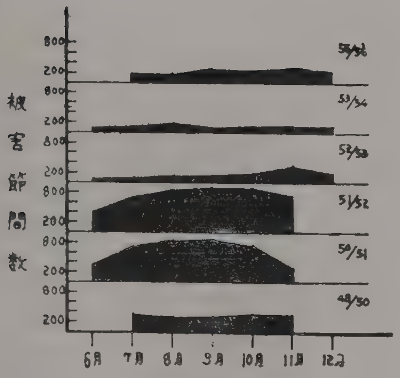


圖7. 溪湖糖廠秋植甘蔗成蔗期間原料莖四種蔗螟爲害節間密度之消長

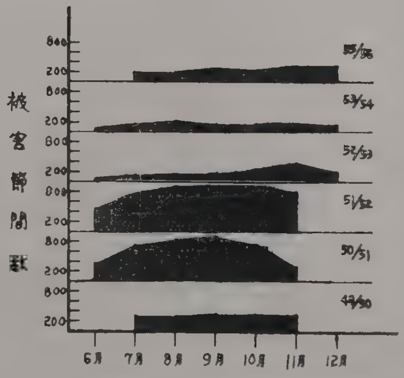


圖8. 溪湖糖廠秋植甘蔗成蔗期間原料莖黃螟爲害節間密度之消長

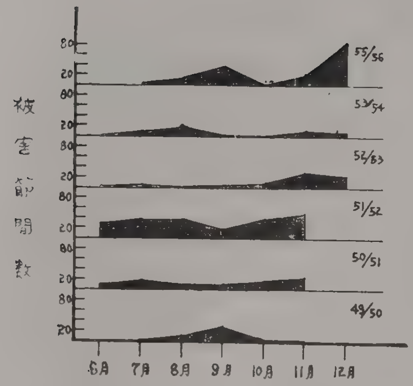


圖9.　溪湖糖廠秋植甘蔗成蔗期間原料莖條螟為害節間密度之消長

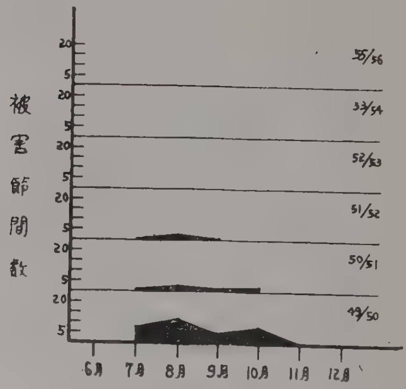


圖10.　溪湖糖廠秋植甘蔗成蔗期間原料莖紫螟為害節間密度之消長

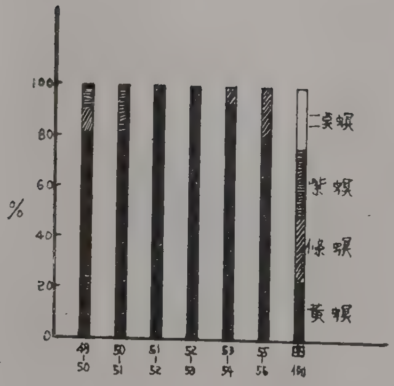


圖11.　溪湖糖廠秋植甘蔗成蔗期間原料莖四種蔗螟為害節間各佔百分率

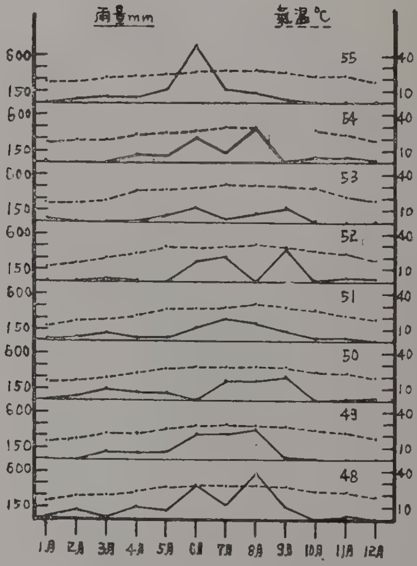


圖12.　溪湖糖廠 48—55 年月別雨量與氣溫之分佈

在 49／50～55／56 各年期甘蔗成蔗期間所調査之螟害節間數（表 2），以 51／52與 50／51 二年期爲最高，各爲 4727 與 3881 節間，其次是 49／50 與 55／56 二年期之 1682 與 1638，發生最少之年期則爲 52／53 與 53／54 二年期，各爲 1289 與 1031。

各年期四種蔗螟爲害節間數均以黃螟佔絕對多數，6 年期合計佔總螟害節間數之 95.2 %，其次是條螟佔 4.5 %，紫螟與二點螟之爲害節間爲數極微。

各年期各月蔗螟爲害節間數之消長（圖 7.），自開始調查之 6 月或 7 月，即有多數之螟害節間，迄 11月或 12 月原料莖收穫，其間之螟害節間數迨無顯著之起伏，黃螟爲害節間數之消長亦屬相同（圖 8.），概因在總螟害節間中有 95.2 %係黃螟爲害節間之故。條螟爲害節間之消長各年期頗不一致（圖 9.），如 49／50 年期之盛期是在 9 月，52／53 年期則在 11～12 月，53／54與55／56年期在 8～9 月與 11～12 月有二盛期，50／51 與 51／52 二年期均無高峯出現，紫螟爲害節間在有發生之 3 年期（49／50～51／52）則在 7～10 月被害節間較多（圖 10）。

四、討 論 與 結 論

溪湖糖廠之原料蔗園包括自營農場與契約原料區均位於本省中部平地區，一部份則在接近西海岸之濱海地帶。過去對此地區之蔗園所發生之螟害雖未經有系統之田間調查，但一般之印象，認爲幼蔗期間以黃螟與白螟枯心發生較多，成蔗原料莖則以黃螟爲害節間爲主，根據本次，49／50～55／56 年期連續實際在萬合農場調查之結果顯示，獲得相同之發生趨勢。即在調查之六年期中，有四年期白螟枯心支數在所發生之五種螟害枯心中佔第一位，只有 50／51 與 55／56 二年期黃螟枯心支數居首，因此白螟枯心支數佔六個年期總枯心支數之 43 %，其次是黃螟枯心佔 35.1%，條螟枯心居第三位佔 17.1 %，於 53／54 與 55／56二年期出現特多，再次是紫螟枯心佔 3.5%，二點螟枯心僅佔 0.3%爲最少。各年期總枯心支數比較以 55／56 年期之 11219 支爲最多，其中黃螟與白螟枯心各佔 4783 與 4692 支，比較以前 5 年期同枯心支數超出一倍甚至數倍，探究其原因，由氣象記錄觀之，54 年 9 月間之降雨量僅爲 4.7 公厘，是爲其他各年期同月份最少者，10 月與 11 月份降雨亦少，白螟年中發生密度盛期是在 9～11 月（圖 5），致使白螟受降雨之自然淘汰減少，成活率增加，因而造成多數之白螟枯心[2]，54 年之 12 月至 55年之 4月間，無論是氣溫（月平均爲 17.5～22.8°C）與降雨量（月平均 3.7～77.1 公厘）均比較其他各年期適於黃螟之生育，因黃螟枯心發生盛期是在每年之 1月～5 月（圖 2），故 55／56 年期所出現之黃螟枯心支數超出其他各年期甚巨。54 年之雨季（6～9 月）總降雨量爲 829.5 公厘，亦爲各年期較少者，是爲造成 55／56 年期蔗螟枯心支數最多之主要原因之一。48 年之 6～9 月間總降雨量爲 1362.5 公厘，爲各年期之冠，該年期（49／50 年期）之螟害枯心支數發生亦最少，僅得 1481 支，故 55／5 6年期是甘蔗幼蔗期間蔗螟爲害較嚴重之一年。條螟枯心在發生特多之 53／54 與 55／56 年期，其出現較盛時期是在 10～12 月與 1～5月（圖 3），紫螟枯心在發生較多之 50／51 年期，其盛期在 2～4 月（圖 4），二點螟枯心因各年期發生均甚少，不足重視。

成蔗期間在四種螟害節間中亦以黃螟爲害節間佔螟害節間率之 95.2 %爲最高，其次是條螟僅佔 4.5 %，紫螟與二點螟爲害節間微不足道，此與在新營、虎尾、屏東與痲佳四蔗區所調查之結果相同[1.2.3.4]。黃螟爲害節間以 51／52 年期得 4515 節間爲最多，最少者爲 53／54 年期僅有 968 節間被害。條螟以 51／52 年期得 208 節間爲最多。成蔗原料莖螟害調查期間爲 6～12 月

共7個月，其間經過颱風雨季，各年之降雨量與螟害節間之密度，二者間似無相關，此結果與其他各蔗區相同。蓋因黃螟在蔗園之活動範圍均在原料甘蔗之下方，由於蔗葉葉片相互交錯生長，尤其是颱風過後甘蔗倒伏地面，有足够作爲黃螟隱蔽之處所，并有蔗園甘蔗倒伏愈烈，螟害發生愈嚴重之事實，故颱風與降雨對黃螟之發生影響極微[1,2,3,4]。在調查期間（6～12月）黃螟與條螟爲害節間密度消長不顯著，無明確之高峯出現。

總之溪湖廠之自營農場甘蔗蔗園，幼蔗期間以白螟枯心發生較多，黃螟次之，紫螟居第三位，此外尚有少數之條螟與二點螟。成蔗期間，亦以黃螟爲害節間爲主，條螟佔少數，紫螟與二點螟發生極微。

五、參 考 文 獻

1. 梁崇仁．1969．蔗螟周年發生消長之調査研究（Ⅰ）新營區．糖業試驗所研究彙報 48：37—47.
2. 梁崇仁．1970．蔗螟周年發生消長之調査研究（Ⅱ）虎尾區．糖業試驗所研究彙報 49：47—58.
3. 梁崇仁．1970．蔗螟周年發生消長之調査研究（Ⅲ）屏東區．糖業試驗所研究彙報 49：59—70.
4. 梁崇仁．1970．蔗螟周年發生消長之調査研究（Ⅲ）麻佳區．糖業試驗所研究彙報 51：37—45.
5. 梁崇仁．1970．蔗螟周年發生消長之調査研究（Ⅳ）花蓮區．糖業試驗所研究彙報52：145—151.
6. 臺灣糖業公司蔗作改良推廣委員會．甘蔗病虫害調査站49／50～55／56年期蔗螟調査資料.

臺灣蔗田微土壤學之研究[1]

王　傳　釗[2]

摘　　要

本研究係利用微土壤學（Micropedology）之薄切片（Thin Section）及礦物分析技術，探討部分蔗田土壤之發育程度，作爲土壤分類之參考及依據，並討論其微構造對甘蔗生長之影響。土壤薄切片分析顯示，茄拔紅黃灰化壤之平均孔隙徑爲 0.4 mm，而鹿草及善化低腐植灰粘化土則僅爲 0.26mm。此對土壤通透性及排水情況具有不同之意義。各剖面中均曾見不同厚度之粘膜（Argillans），顯示各土壤之發育程度。以 X—ray 光譜分析儀測定各土壤剖面之鋯石（Zirconium）含量結果，顯住土壤具有較爲均一之母質。各剖面發育定量分析，顯示各層次間之粘粒形成與移動。應用微土壤學之礦物分析及薄切片技術於土壤化育之探討，爲最近土壤分類學研究基本方法之一。

一、引　　言

1929 年，Kubiena首先提出微土壤學（Micropedology）一詞，其研究範圍包括土壤形態（Morphology）；化育（Genesis）；動力（Dynamic）及生物（Biology）等。微土壤學與土壤粘土礦物學，同爲土壤無機成分研究之基本問題，前者偏重於土壤化育及微構造（Microstructure）之探討，後者多着重於土壤膠體特性與生產潛力之研究，二者亟待解決之問題亦多。

微土壤學之研究途徑不外二大類，一爲土壤結構（Fabric）及構造之分析，即薄切片（Thin section）分析；另爲土壤剖面之礦物成分分析。1870 年左右，地質學家已開始利用顯微鏡研究岩石之發育。1940 年法人 Delage，Lagatu[6] 首先試以薄切片技術，研究岩石之結構，其後 Ross（1923），C. D.，Ross，C.S.（1924），及 Kubiena（1931）等氏[17,11]，先後引用此一技術於土壤化育之研究，進而探討其與土壤冲刷，土壤製圖，土壤分類，耕作方法，及公路

---

(1)臺灣糖業試驗所審定發表論文第 R3—117 號。
(2)本所農藝系十二等農藝技術師。
(3)本文於 60 年 7 月 19 日收到。
(4)本研究曾獲國家科學委員會之補助。

建築等之關係。故土壤結構及礦物成分分析，已由純土壤學（Pedology）之研究化育及形成，進而漸及於實用土壤學之領域。

1949 年 O′Neal [15] 研究土壤微孔隙（Voids）之大小，形狀及排列與水分通透性之關係。Knox（1957）[10]，Grossman，Stephen，Fehrenbacker 及 Beavers [8]（1959）等氏，從事土壤基本構造與其機械張力關係之探討。Delecour 及 Manil（1962）[7]，應用微土壤學方法，幫助解釋腐植質之分析結果。Lafeber（1962）[12] 認為土壤微孔隙之分布及自然土塊網脉（S-Matrix）中之基粒（Skeleton grain），可能控制土壤機械行爲。Romashkevich（1962）[16] 曾作土壤微構造與冲蝕性關係之研究。Soileau et al（1964）[19] 以連串之盆栽試驗，研究粘膜對小麥生長之影響，及其對鉀素之吸收關係，發現此種粘膜之存在，對植物生長有相當之影響。植物根系之環境，常爲土壤中之結膜（Cutan）性質所控制。

微土壤學應用於土壤化育之研究，如風化作用之定性，土壤形成之計算，土壤結構之觀察，近十數年來頗有進展，研究此一領域之土壤學者，主要有 Kubiena，Brewer，Marshall，[13,14] Antipov-karataev&Tsyurpa，Gorbunov，Fridland，Karpachevskii，Blumel，Janik&Schiller，Whiteside，Alexander [1]，Cady，Johnston [9]，Gennart，Kawai 及Swanson [20] 等氏，以地區言，則歐洲及澳洲學者較爲積極。

臺灣對微土壤學之研究尚待開始，僅楊策羣及洪崑煌二氏曾採部分土壤加以切片研究，但極少報告。本公司蔗田土壤調查雖已完成，但其分類依據過去諸多爭議。本研究爲應用微土壤學之薄切片及礦物分析方法，研究部分蔗田土壤之形成及化育，作爲土壤分類之佐證，並討論土壤微構造影響甘蔗生長之可能性。

二、材 料 及 方 法

1. 供試土壤：
   - a. 善化糖廠茄拔農場—紅黃灰化壤剖面。
   - b. 善化糖廠善化農場—低腐植灰粘化土剖面。
   - c. 嘉義糖廠鹿草農場—低腐植灰粘化土剖面。
   - d. 麻佳蔗作實驗場—砂頁岩冲積土剖面。
2. 土壤薄切片之製作：

製作薄切片所用之浸塡劑（Impregnating agent）種類甚多，如 Lakeside，Nature resin，Plastrene47，Epirez No.2659E，Durcupan，Carbowax 600及Aroclor 5460等，國內均無法購得，經多方向國外索取，並比較後乃使用 Aroclor 5460 爲浸塡劑。使土塊硬化之方法，係參照美國農部 Nebraska 州水土保持實驗室之方法而稍加修改者：

採取田間土壤自然剖面土樣，運回試驗室後，分層切取 2×2×2 公分大小之土塊風乾後，以磨滾石，磨其與地表面行之一面至 0.5 公分厚度，使成2×1.5×0.5（長×寬×厚）公分之土片。置 110°C 烘箱中放置過夜，翌日取出，立刻投入盛有 Xyene 之秤量瓶中，瓶中之 Xylene 量，以能蓋住土塊之厚度爲度，以避免氣泡之侵入。移秤量瓶於玻玻眞空乾燥器中，抽成眞空

，維持眞空約30分鐘，再徐徐放入空氣，再抽成眞空，又放入空氣，如此間歇性抽3—4次眞空，每次使眞空維持10分鐘。然後取出土塊，立即投入已加熱融解之 Aroclor 5460 溶液之鋁皿中。鋁皿中之 Aroclor 5460 含量，必須能淹沒土塊。置鋁皿（內含土塊）於熱板(Hot plate)上加熱至140—150°C，勿使超過此溫度，熬煮過夜，翌日取出，放冷後即硬化。硬化後之土塊，先以180號防水砂紙，於光滑玻璃板上磨平其中之一面，再逐步換較細之砂紙（220，360，500，600及700號）續磨此面，直至充分「平」且「滑」爲止。取一切片玻璃（7.5×2.5 公分），上置一小粒松香，於熱板上加熱至70—80°C使其融化，隨即將土塊之磨光面，膠着其上，然後稍用力將膠着面內之空氣壓出，放冷。再以上述不同號數之砂紙，將土塊之另一面磨平且光滑，直至土塊成爲0.03—0.04mm之厚度爲止，【此可以偏光顯微鏡，（Polarizing microscope）在交會偏光下（Crossed polarizer）觀察石英之顏色，自淡黃變至淡灰，即爲厚度達0.03—0.04mm之證】。當土塊成爲薄切片後，以外科用解剖刀，小心塗一層Canada balsam，隨即加上蓋玻璃（Cover glass），並以鉛筆橡皮頭，小心輕壓出氣泡，且勿使土壤薄切片破裂，放冷，切片即完成。

鬆脆之砂質土壤，因風乾後土塊易破散而不易切片，筆者乃以 Cymel 301 膠液*，先使粗質地土壤飽和，然後置烘箱中（105°C）使乾，即可按上述之方法製作土壤薄切片，收良好之效果。

3. 指數礦物鋯石（Zirconium）之測定：

抵抗風化礦物鋯石之分析，係採用 X-ray spectrometer 方法。將通過2mm篩孔之土壤，先以常法將粘粒部份抽出，剩餘之坋砂及砂粒（Silt and sand），（2.0—0.002mm）部分，作鋯石含量之分析，其測定條件如下：

X-ray tube 爲 Tungsten，Analyzing Crystal 爲 LiF，使用 G.M. counting tube 之 G.M. Detector, Background counting 時，2θ 係定於21°，係由 ZrO_2 Counting 曲線上求得者，每一樣品，於同一測定角度下，重復測定（Counting）四次，每次四十秒鐘，求其平均值，於減去 Background counts 後，由下式計算土壤Zr之含量：

$$\text{Zr}(\%)=\frac{(\text{樣品淨 Counts 數})\times(\text{標準 }ZrO_2\text{ 之重量})\times(\text{Zr 之原子量})\times 100}{(\text{標準 }ZrO_2\text{ 之淨 Counts 數})\times(\text{樣品重})\times(ZrO_2\text{ 之分子量})}$$

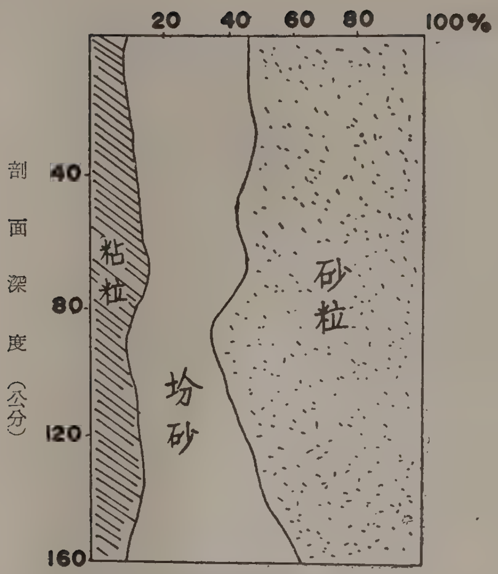
三、結 果 及 討 論

1. 土壤剖面機械成分分析：（比重法，美國農部分類制度）

三類土壤剖面之機械成分，分別如下圖所示：

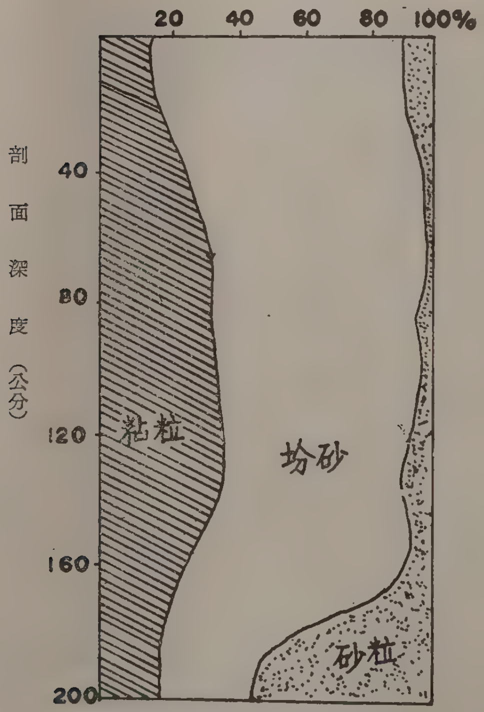
---

*美國氰胺公司產品，配法爲：(1)Cymel 301 20ml (2)水30ml (3)Benzoic acid 1克溶於3ml之酒精中，將上述三種液混合即成。



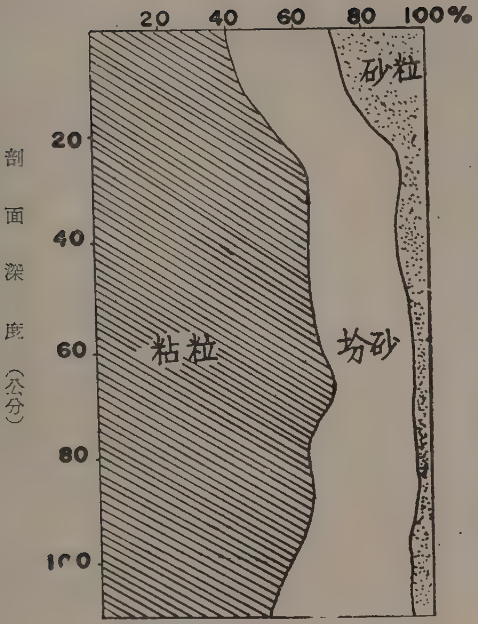
深度（公分）	pH	質　地
0—17	4.7	砂壤土（SL）
17—49	4.8	砂壤土（SL）
49—65	4.9	砂壤土（SL）
65—72	4.7	壤　土（L）
72—101	4.8	砂壤土（SL）
101—132	4.7	砂壤土（SL）
132—148	4.9	壤　土（L）
148—160	4.8	壤　土（L）

圖(一)　茄拔紅黃灰化壤之機械成分：



深度（公分）	pH	質　地
0—31	5.8	坋質壤土（SiL）
31—60	6.1	坋質壤土（SiL）
60—89	6.6	坋質粘壤土（SiCL）
89—117	6.8	坋質粘壤土（SiCL）
117—136	7.0	坋質粘壤土（SiCL）
136—171	7.1	坋質壤土（SiL）
171—200	7.1	砂　壤　土（SL）

圖(二)　廍佳砂頁岩冲積土之機械成分：



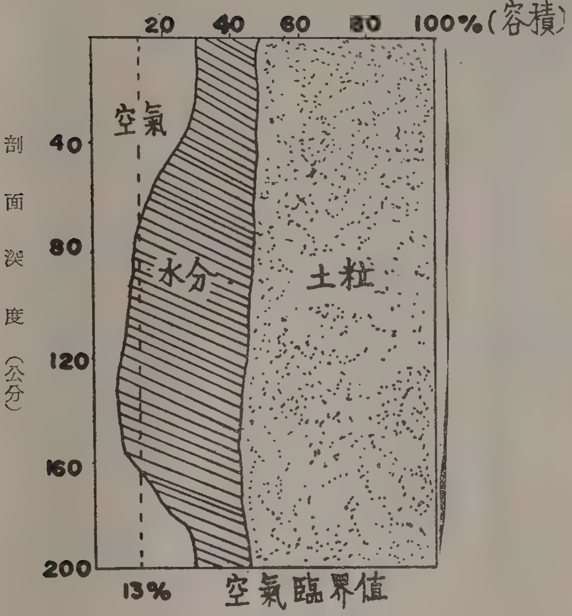
深度（公分）	pH	質　地
0—20	8.1	粘　土（C）
20—30	8.1	粘　土（C）
30—40	8.2	粘　土（C）
40—50	8.0	粘　土（C）
50—60	8.1	粘　土（C）
60—70	8.0	粘　土（C）
70—80	8.0	粘　土（C）
80—90	7.9	粘　土（C）
90—100	8.0	粘　土（C）
100—110	8.0	坋質粘土（SiC）

圖㈢　鹿草低腐植粘灰化土之機械成分：

研究土壤育，一般所依據之判別方式，爲分析剖面各層次，對土壤母質言，是否有若干成分之增加（Addition）及洗失（Removal），對上下鄰近土層言，是否有若干性質之變化（Transformation）及轉移（Transfer）等現象。上述三剖中面中，其粘粒之含量，大抵均先隨土層深度而增加，然後又緩減。圖㈡麻佳剖面中粘粒含量，以表層及底層爲最低，而以50—130公分間爲最高。坋砂含量則以表層爲最高，隨深度而遞減。砂粒分布，自表層至170公分深，均無甚變化，但自170公分以下則大增，高達56%。茄拔剖面中之粘粒，以65—72公分土層爲最高。鹿草剖面中之粘粒，亦以60—70公分處爲最高。但以整個剖面中粒徑分布之變化言，茄拔及鹿草二者均甚小，鹿草表土砂粒含量特高之原因係因客砂之故。麻佳剖面之機械成分則較有變化。一般言之，凡具有較佳發育之土壤，其剖面中之粘粒分布，及各層次質地之變化，常呈較有規律之緩變，而無特出之現象。由上述之三剖面，顯然麻佳土壤之發育程度，尙不及茄拔及鹿草。然討論土壤之發育程度，僅依據剖面之粘粒分布，而無土壤切片及剖面形成分析佐證，將無意義，此當於下節再討論之。

2.　土壤剖面三相分布之測定：（以土壤實容積測定器測定）

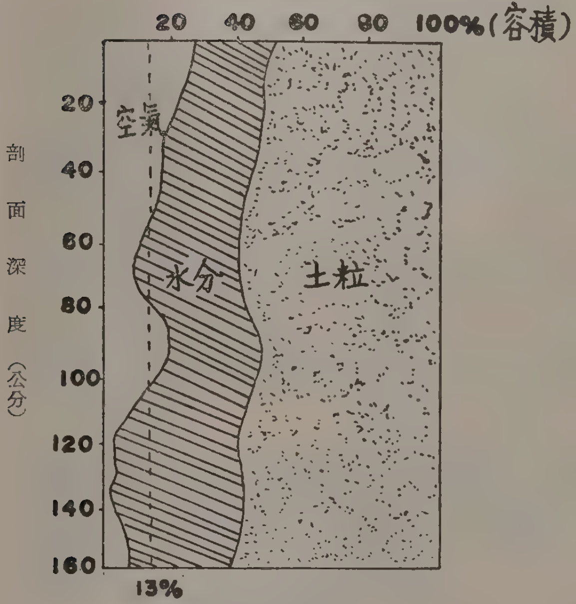
土壤剖面三相分布情況，雖可顯示土壤空氣及水分之含量比例，及其與植物生長之關係，但三相分布之測定時間及土壤水分之含量關係頗大。臺灣南部雨量多集中於每年之7—9月，若於此段時期內測定土壤之三相分布，則與在旱季測定者頗有不同。本研究土壤之剖面三相分布情況可如圖㈣㈤及㈥所示：



圖㈣　麻佳剖面之三相分布

深度（公分）	全孔隙（容積%）
0— 31	48.7
31— 60	50.7
60— 89	49.2
89--117	47.5
117—136	44.4
136—171	43.1
171--200	44.7

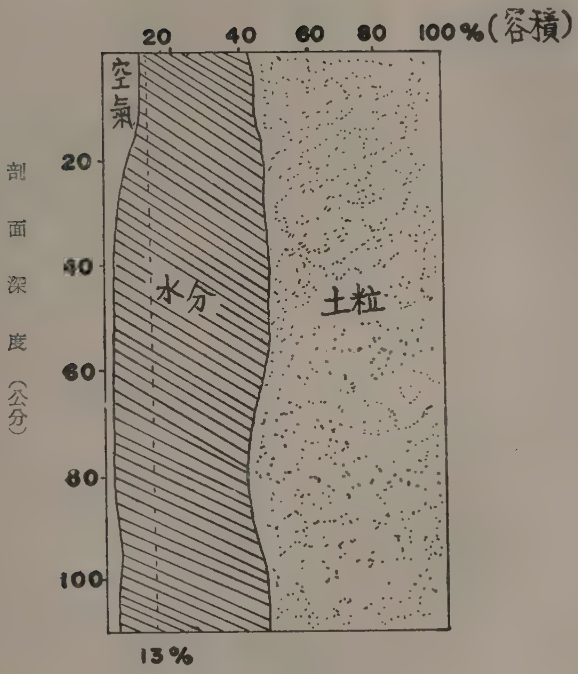
測定時間：58年5月



圖㈤　茄拔剖面之三相分布

深度（公分）	全孔隙（容積%）
0— 17	48.7
17— 49	44.6
49-— 65	42.7
65— 72	38.9
72—101	44.8
101—132	39.2
132—148	40.3
148—160	38.5

測定時間：57年5月



深度（公分）	全孔隙（容積%）
0—20	40.4
20—30	47.0
30—40	58.4
40—50	47.0
50—60	45.9
60—70	44.1
70—80	42.0
80—90	42.0
90—100	45.0
100—110	46.5

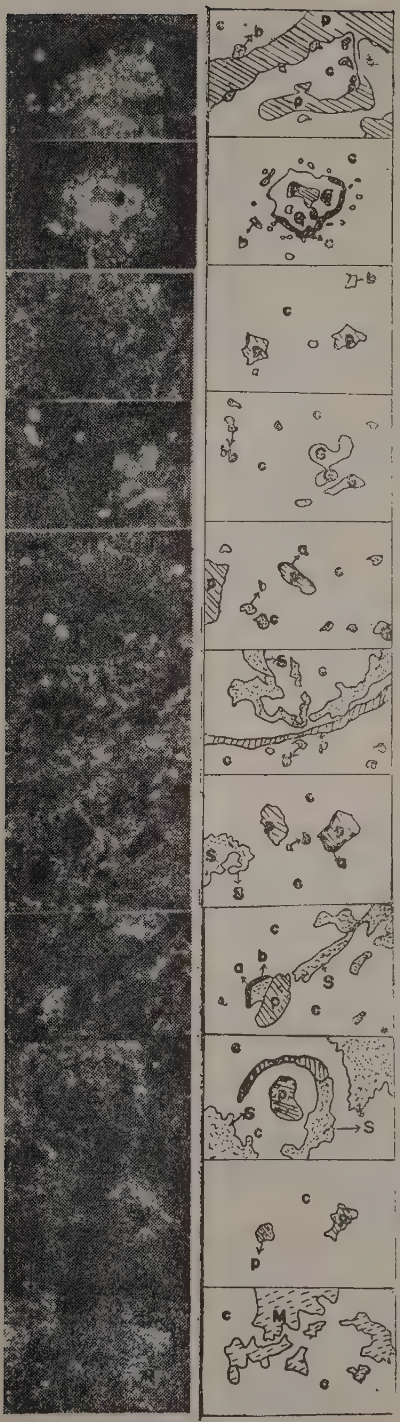
測定時間：56年12月

圖⑥ 鹿草剖面之三相分布

上述三剖面之三相分布測定，均在旱季舉行，當可代表自然狀態下之水分及空氣分布比量。一般言之，對甘蔗生長開始不利之土壤空氣臨界含量，約為 13 %（容積）。麻佳剖面顯示自 70 公分起，至 160 公分止，其通氣性均不良，茄拔則自 105 公分以下，始感空氣量不足。惟上述二種深度對甘蔗根系發展之影響已較小。問題較大者為鹿草剖面，自表土以下，均感空氣不足，若逢雨季，其情況當更惡劣。以土壤全孔隙量言之，0—50 公分以內之土層，在麻佳剖面平均為 49.7%，茄拔平均為 46.6%，鹿草為 48.2%，大致相若。但 50 公分以下之土層，顯然茄拔較其他二剖面為低，僅平均為 40.7 %。但實際應用上，全孔隙量之大小及空氣含量，並不足以完全表示土壤之通透性優劣，應視土壤孔隙種類之分配模式，即全孔隙中，中細粗孔隙所占百分率，及孔隙中之氧氣擴散速率而定，薄切片分析時，當再討論孔隙之分布模式。

3. 土壤薄切片（Thin section）觀察

本研究四種土壤之剖面，均曾作薄切片分析，茲將鹿草剖面每 10 公分截取一次之薄切片圖，列如圖(七)，其他三剖面之薄切片圖從略。



0—10公分：孔隙呈平面型（Plane），較粗，含少許礦粒（b）。

10—20公分：民51年施用之石膏（G），5年後仍肉眼可見，土壤孔隙（P）爲石膏所包圍，而粘膜（a）又裹於石膏邊緣，此現象在微土壤學上，稱之爲石膏一粘膜複合體，礦粒較細。

20—30公分：土髓（c,Plasma）甚爲密緻，單孔隙（Single void），僅有少數之坋砂及砂粒大小之礦物顆粒，分散於土髓中。

30—40公分．仍見石膏粒，土髓仍密緻，甚少孔隙，礦粒亦少。

40—50公分：見不規則之正隙（Irregular orthvugh），在正隙內壁之右上方，有一層粘膜，厚約 0.03mm，顯示上層粘粒之移動作用，本土層仍可見石膏細粒。

50—60公分：平面型孔隙，鐵鋁氧化物之結膜極爲顯著（S），此表示其通氣性甚差，礦粒量不多。

60—70公分：土髓甚密緻，附於孔隙內壁之粘膜清晰可見，厚度約爲 0.03mm，鐵鋁氧化物見於圖之左下角，礦物粒甚少，且極細。

70—80公分：弱粘膜（a）附於礦物粒（b）之外緣，此現象稱之爲 Simple embedded grain argillan，孔隙內含若干細小之石英小顆粒，鐵鋁結膜仍明顯（S）。

80—90公分：不規則型孔隙中，含大量之石英細粒，（直徑約在 0.015mm 左右），鐵鋁氧化物之結膜（S），與密緻之土髓（c）連比分布。

90—100 公分．土髓極密緻，顯示孔隙量之稀少，圖中二個粗孔隙中（＞0.1mm），含不少礦物細粒。

100—110公分，具極顯著之附着及擴散狀之不規則錳結膜（M）無明顯之孔隙，土髓極密緻。

圖(七) 鹿草剖面之土壤薄切片圖

交會偏光下之薄切片，(Thin section under crossed polarized)

切片透視示意圖

10—20公分土層： 14×， 1mm

0—10 公分及 20公分以下之土層： 35×， 0.4mm

符號說明：

a—粘　膜（Argillan）
b—礦物顆粒（Mineral grain）
c—土　髓（Plasma）
G—石膏粒（Gypsum grain）
P—孔　隙（Vugh, void）
S—鐵鋁氧化物結膜（Sesquans）
M—錳結膜（Mangans）

由本研究四剖面之薄切片觀察，吾人可作如下之討論：

(1)　孔隙之性狀：

依本研究薄切片分析結果顯示，絕大部分之孔隙，並無一定之形狀，甚難準確估計其隙徑或大小，但依孔隙長短軸之情形，亦可作約略之估計。Jongerius (1957) [4]基於土壤水分與植物生長之關係，將土壤孔隙作如下之分級：

a．微孔隙（Micropores）： 5—30μ（0.005—0.03mm），此類孔隙爲植物及土壤微生物之主要水庫。

b．中孔隙（Mesopores）：30—100μ，此類孔隙對水分之運移，分布及土塊（ Peds ）表面空氣之不斷更新，甚爲重要。

c．粗孔隙（Macropores)：＞100μ，此類孔隙，空氣賴以迅速且深入穿透土體，重力水賴以迅速排除。

茄拔薄切片顯示，其土髓較爲鬆散，故甚少微孔隙，礦物粒徑亦較大，其隙徑平均言之，約爲 0.4mm，已屬粗孔隙，故對水分之需求及補充，須極注意。

鹿草及善化剖面薄切片顯示其最大平均隙徑約爲 0.26mm，餘均爲微中孔隙。無怪其空氣含量及其更新能力甚低，若地下水上升則必導致通氣惡劣。

麻佳剖面薄切片之 0—60 公分土層，孔隙長軸多在 0.8mm 左右，短軸約在 0.4mm 左右，但介於各礦粒間之細，中孔隙（0.005—0.1mm），較茄拔剖面爲多，故本土壤之保水能力較茄拔爲佳。60 公分以下之土層，隙徑較細，長軸約爲0.6mm，短軸約爲 0.2mm 左右，但仍較鹿草善化者爲粗。故若以水分之供應情況言，在四種土壤中，當以本剖面爲最優。

綜觀各剖面薄切片之孔隙，以不規則之正隙（Irregular Orthvugh）爲多，其他平面隙（Plane），變形隙（Metavugh）等亦曾見之。茄拔切片中，則見單列隙（Simple packing void，暫譯）此因本剖面中礦粒較大，各單個礦粒隨機堆積時，即多形成此種孔隙。孔隙之性狀，常影響剖面之淋洗作用及土壤水分對植物根系之供應，鹿草剖面之平面隙，顯示此種土壤之滲透率較小，但保水力較大。

(2)粘膜之形成：土壤是否具有發育剖面，粘膜（Argillan，Clay cutan，Clay coating，Clay skin 及 Clay film）之形成，爲其重要特徵之一。土塊，礦物顆粒或孔隙內壁等之自然表面，如附積有一層粘粒，均稱之爲粘膜。孔隙內壁之粘膜，其形成主由於土壤之洗入作用。（Illuviation）。礦粒或土塊表面之粘膜形成，則多由於粘粒之擴散作用（Diffusion）。由本研究，鹿草土壤發育較久，其剖面薄切片中（圖七），於 40—50 公分及 60—70 公分之土層，均曾見明顯之孔隙粘膜，厚約 0.03mm。於 70—80 公分之土層，則見脆弱之粘膜，附着於礦粒表面。此二種粘膜之形成，足顯示其曾受淋洗作用之強烈。茄拔剖面中，於 65—72 公分處，

其粗孔隙之內表面，亦有明顯之粘膜，厚約 0.035 mm 。於 148—160 公分之土層，其粘膜亦附於孔隙內緣，此孔隙則與鐵鋁氧化物結膜連比分布。麻佳土壤，在目前之土壤分類，爲砂頁岩冲積土，但於本剖面之薄切片中，在 60—89 公分及 117—136 公分二土層，亦分別曾見斷續性之粘膜，附積於孔隙之內表面，厚約 0.01mm，約爲鹿草剖面中之 ⅓ 厚度。又於麻佳剖面定量分析中，該二層之粘膜形成量亦爲最高。此粘膜之形成，說明麻佳冲積土之粘粒移動作用已在進行，雖其厚度尙薄，但已曾經淋洗。此一事實，說明吾人於土壤分類時，不應過份拘泥於過去之環境因素，應考慮土壤本身之「目前」性狀，此亦爲最新土壤分類所着重之基本原則之一(28)。

鹿草剖面切片中，亦曾見若鐵鋁氧化物，錳化合物及石膏殘跡等結膜（Cutans）。此一現象，微土壤學中均已有特定之名稱，如鐵鋁氧化物結膜稱之爲 Sesquan，錳結膜稱之爲 Mangan，石膏結膜稱之爲 Gypsan 等。

4. 土壤剖面發育定量分析：

於計算本研究土壤之剖面發育時，首先吾人必須基於下述之假定：(2)

a. 所有剖面中粘粒之形成，係由非粘粒（Non-Clay）部分風化而來，且每一層次之粘粒形成量與非粘粒部分之損失量概成比例。

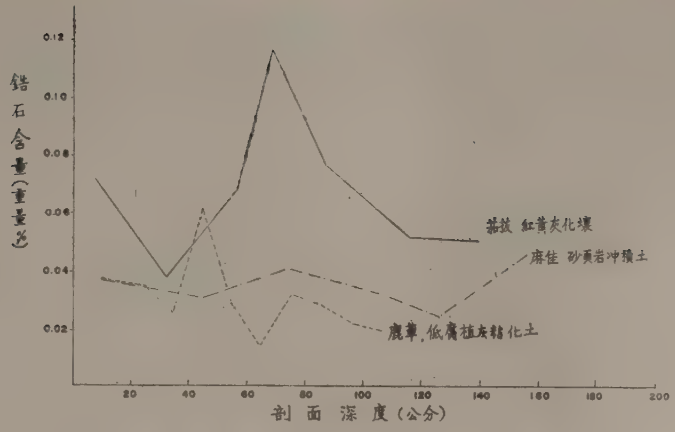
b. 本剖面於發育過程中，未再經冲刷或沉積作用。

(1) 剖面母質深度之決定及指數礦物之分析

應用礦物定量分析，於計算土壤剖面由於發育而產生各層次之重量，厚度及成分之變化，其先決條件爲如何決定其母質深度，及何種抵抗風化之礦物被選作爲指數礦物(Index mineral)。據研究，即使土壤發育於均勻母質，亦難決定剖面之眞正（True）母質深度，因地質風化（Geologic weathering）與土壤風化（Pedologic weathering）常互相聯混，不易判別。故母質深度之決定，對發育於運移母岩（Transported parent rock）之土壤，宜選取相當深度之均一土層，其構造，結構及礦物含量，與鄰近下層之土層差異不大者。

筆者於麻佳剖面，選 171—200 公分之土層爲計算剖面發育之母質。蓋由薄切片觀察中，本剖面凡在 117 公分以上之土層，其礦物粒徑，很明顯地，很少有超過 0.1mm 者，大多爲 0.05 mm 以下之細粒。但 117 公分以下之土層，其礦物粒徑恆超過 0.1mm 。此說明本土壤剖面所遭受之風化作用，於 117 公分以下之深度，已趨緩弱，故可選作爲母質。茄拔土壤中之鋯石含量（重量%），於 101 公分至 148 公分間，已極接近（見圖八），乃選 148—160 公分處爲其母質。

指數礦物或穩定礦物之選擇，各學者意見亦多，有認以 Anatase，Rutile，Tourmaline 及 Quartz 等爲佳，亦有認取一種以上之礦物總量爲佳，但大多數學者，咸採鋯石（Zr）爲指數礦物。筆者遂以 X-ray 光譜儀，測定剖面中各層次中坋砂及砂粒（Silt and Sand）部分之鋯石含量，粘粒部分之鋯石含量，則未測定。結果如圖(八)所示：



圖(八) 茄拔、麻佳及鹿草三剖面之鋯石 (Zr) 含量

由圖八，三類土壤中鋯石含量，以茄拔紅黃灰化壤爲最高，麻佳次之，鹿草較低。若以鋯石在剖面中之分布情形言之，似發育程度較深之土壤，其變化較大。如茄拔剖面，於 60—80 公分處，有高峯 (Peak) 出現，含量達 0.1 %以上。鹿草剖面中之鋯石含量，最高點在 35—55公分處，達 0.063 %。而麻佳剖面中之鋯石含量，自表層至底層，多在 0.03—0.043 %之間，差異不大。

土壤面中指數剖礦物之分布，若差異較大，亦係顯示此種土壤母質較不均一 (un-uniformity)。由本分析結果，麻佳剖面之土壤母質，似較茄拔鹿草爲均一，但此僅爲初步少數剖面之分析結果，尚待進一步之分析以求證。

(2) 應用指數礦物分析以評價土壤發育：

Marshall，Haseman，Mikelson，Barshad及 Brewer等氏，[4,13,14] 均建議應用礦物分析，以評定土壤剖面發育之程度。研判土壤之風化程度，大抵可分二類，一爲絕對風化 (Absolute weathering)，即測定已經風化母質之各類礦物含量，及在風化過程中，此類礦物之損失量，以絕對量作計算標準，不以各類礦物被風化之百分率爲準。此一工作極爲費時，且需測定較多之樣品始爲可信。另一方法爲計算風化强度 (Intensity of weathering)。即測定已知抵抗風化之初生礦物 (Primary minerels) 之風化量，以計算各土層之風化程度。此法較爲簡便，只需有較貴重之設備即可 (如 X-ray 光譜儀或原素吸收光譜儀)。本研究即採用此法，並以鋯石作爲抵抗風化之指數礦物。

計算土壤剖面之形成，Brewer [4] 一書中有公式可循，係基於二種假設：一爲定容積假說 (Constant volume hypothesis)；另爲穩定成分假說。前者可計算各種土壤成分之損失，後者則可計算剖面各層次之體積、重量、厚度及全剖面之變化。筆者係參照 Barshad [2] 之方法，將茄拔及麻佳二大土類之土壤剖面定量分析，列如表(一)及(二)··

a．麻佳剖面：

由表(一)，本剖面之粘粒形成量 (Clay formation)，以60—89 公分之土層(Bt_1) 爲最高，達10.7克。一般言之，任何土類，其剖面之粘粒形成，並非以表土爲最高，而常以表土下 5—50

公分間爲最多[3]。通常土壤剖面之粘粒形成，並不迅速，即使於風化作用極爲强烈之條件下，如磚紅壤，其每年所形成之粘粒，亦極稀少，約爲每100克之母質，形成 0.0001—0.002 克之粘粒。本剖面於無移動作用時（Migration），Bt_1 之全粘粒量達 18.9克，但目前之粘粒含量僅爲 13.6 克，故雖此層之粘粒形成量達 10.7 克，但於發育過程中，仍損失 5.3 克之粘粒。

表(一) 麻佳砂頁岩冲積土，土壤剖面發育定量分析

剖面深度（公分）	目前各土層之容積（立方公分）	假比重	目前土壤重量（克／層次）	指數礦物 Zr 之重量（克／層次）	目前粘粒重量（<0.002 mm）（克／層次）	目前非粘粒重量（>0.002 mm）（克／層次）	原有非粘粒重量（>0.002 mm）（克／層次）	大於0.002 mm 部分之損失量（克）	各層之粘粒形成量（克）
Ap, 0— 31	31	1.41	43.7	0.0180	6.3	37.4	42.4	— 5.0	4.3
B&A, 31— 60	29	1.43	41.5	0.0139	10.8	30.7	32.7	— 2.0	1.7
Bt_1, 60— 89	29	1.51	43.8	0.0181	13.6	30.2	42.6	—12.4	10.7
Bt_2, 89—117	28	1.55	43.4	0.0150	13.9	29.5	35.3	— 5.8	5.0
Bt_3, 117—136	19	1.66	31.5	0.0114	11.3	20.2	26.8	— 6.6	5.7
Bg, 136—171	35	1.68	58.8	0.0187	15.3	43.5	44.1	— 0.6	0.5
C, 171—200	29	1.55	44.9	0.0160	7.2	37.7	37.7	0.0	0.0

剖面層次代號	原有之 2 μ 粘粒重量（克）	無移動作用時之全粘粒量（克）	損失或獲得之粘粒量（克／層次）	母質重量（克／層次）	原有容積（立方公分／層次）	容積變化（立方公分／層次）	相對粘粒形成量（克）	相對粘粒損失或獲得量（克）	相對容積變化量（立方公分）
Ap	8.2	12.5	− 6.2	50.6	32.6	− 1.6	10.1	−19.0	− 4.9
B & A	6.3	8.0	+ 2.8	39.0	25.2	+ 3.8	5.2	+11.1	+15.1
Bt_1	8.2	18.9	− 5.3	50.8	32.8	− 3.8	25.1	−16.1	−11.6
Bt_2	6.8	11.8	+ 2.1	42.1	27.2	+ 0.8	14.2	+ 7.7	+ 2.9
Bt_3	5.2	10.9	+ 0.4	32.0	20.7	− 1.7	21.3	+ 1.9	− 8.2
Bg	8.5	9.0	+ 6.3	52.6	33.9	+ 1.1	1.1	+18.6	+ 3.2
C	7.2	7.2	0.0	44.9	29.0	0.0	0.0	0.0	0.0

表(二) 茄拔紅黃灰化壤，土壤剖面發育定量分析

剖面深度（公分）		目前各土層之容積（立方公分）	假比重	目前土壤重量	指數礦物 Zr 之重量	目前粘粒重量（<2μ）	目前非粘粒之重量（>2μ）	原有非粘粒重量（>2μ）	大於 2μ 部分之損失量（克）	各層之粘粒形成量（克）
				（克／層次）						
Ap,	0—17	17	1.37	23.3	0.0198	1.7	21.6	22.9	− 1.3	1.1
A_1,	17—49	32	1.47	47.0	0.0378	4.9	42.7	43.7	− 1.0	0.9
B_1,	49—65	16	1.52	24.3	0.0199	3.1	21.2	23.0	− 1.8	1.6
Bt,	65—72	7	1.63	11.4	0.0134	5.0	6.4	15.5	− 9.1	7.9
B_2,	72—101	29	1.51	43.8	0.0347	4.3	39.5	40.2	− 0.7	0.6
B_3,	101—132	31	1.60	49.6	0.0386	5.9	43.7	44.7	− 1.0	0.9
BC,	132—148	16	1.60	25.6	0.0231	3.1	22.5	26.7	− 4.2	3.6
C,	148—160	22	1.65	36.3	0.0267	1.6	30.9	30.9	0.0	0.0

剖面層次代號	原有之 2μ 粘粒重量（克）	無移動作用時之全粘粒量（克）	損失或獲得之粘粒量	母質重量	原有容積	容積變化	相對粘粒形成量（克）	相對粘粒損失或獲得量（克）	相對容積變化量（立方公分）
			（克／層次）		（立方公分／層次）				
Ap	1.2	2.3	− 0.6	24.1	16.3	+ 0.7	4.8	− 3.7	+ 4.3
A_1	2.3	3.2	+ 1.7	46.0	31.1	+ 0.9	2.0	+ 5.5	+ 2.9
B_1	1.2	2.8	+ 0.3	24.2	16.4	− 0.4	6.5	+ 1.8	− 2.4
Bt	0.8	8.7	− 3.7	16.3	11.0	− 4.0	50.9	−33.6	−36.4
B_2	2.1	2.7	+ 1.6	42.3	28.6	+ 0.4	1.5	+ 5.6	+ 1.4
B_3	2.3	3.2	+ 2.7	47.0	31.8	− 0.8	2.0	+ 8.5	− 2.5
BC	1.4	5.0	− 1.9	28.1	19.0	− 3.0	13.5	−10.0	−15.8
C	1.6	1.6	0.0	32.5	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0

本剖面非粘粒部分（>2μ）之損失，自表土以下，亦以 Bt_1 層爲最高，達 12.4 克，當於風化過程中形成爲粘粒部分，其形成百分率，平均爲 86.6%。

約言之，麻佳剖面中之相對粘粒形成量〔（粘粒形成量／原有非粘粒量）×100〕，以 60—136 公分土層間爲最高，分別達 25.1，14.2 及 21.3 克不等，但其移動量，則除表土及 Bt_1 層外爲損失外，其餘各土層均獲得粘粒。由表(一)，Ap 層之粘粒爲損失6.2克，已洗入 B&A 層，故此層獲得粘粒 2.8 克。Bt_1 層之粘粒，於形成後，則淋洗損失進入其下層，由 Bg 層之相對粘粒獲得量〔（損失或獲得之粘粒量／原有土層容積）×100〕達 18.6 克可以爲證。若比較整個剖面之粘粒變化，則本剖面於發育過程中，由原有之 50.4 克，增至 78.4 克。

各土層容積之變化，絕對量多相差不大，相對量則以 B&A 層之增加 15.1 立方公分／100 立方公分母質爲最多。

b．茄拔剖面：

由表(二)，本剖面之絕對粘粒形成量，以 65—72 公分之 Bt 層爲最高，達 7.9 克，而此層原有之粘粒量，僅爲 0.8 克，故其相對粘粒形成量，達 50.9 克，高出麻佳甚多。本剖面之淋洗作用較麻佳爲強，故各層絕對容積之變化量，最大最小可相差達 10 倍（0.4至 4.0 立方公方），其相對容積變化量，最大者爲 Bt 層，每 100 立方公分母質，減少達 36.4 立方公分。茄拔土壤，在過去係分類爲砂岩冲積土，今以薄切片及礦物定量分析觀之，此砂岩冲積土實質上應已脫離「冲積土」階段，而漸發育爲紅黃灰化壤。蓋最新之土壤分類制度，其基本着眼點爲注重土壤「目前」之形態，而不依其「過去」係如何形成。例如臺灣很多地區之紅壤，如大肚山及八卦山等台地，其土層常含深厚之卵石，顯然此種卵石早年係屬河床冲積物，後再接受沉積物之堆積，因地形之變動而隆起，再經強烈淋洗作用而發育爲紅壤，否則此地區之心土層，如屬定積土，即使含石礫，應爲具有稜角之岩石，不應爲無稜角之卵石，故若考慮過去之形成，此等紅壤應亦稱之爲冲積土。或謂「灰化壤」之主要特徵，爲於表層 A_1 下，具有明顯之淡灰色 A_2 層，而臺灣紅黃灰化壤剖面多未見此層。筆者認爲，以本省之集約農業環境，農地土壤經常被耕犁利用，無時或休，似無充分之時間使剖面有發育成 A_2 層之機會。

依上述結果，麻佳剖面之土壤反應，自表層而向下減增，土層中粘粒之形成及移動，及土壤容積之變化，已由剖面定量分析中測得，加上薄切片中之粘膜形成，本土壤似原爲均一性之母質冲積風化而成，但其發育程度已非冲積土可比擬。最新之美國土壤分類第七次草案中[18]，常以可測定得，可觀察得，及可判別之土壤性質作爲決定土壤分類之基本依據。在其所引用之各種依據中，土壤薄切片分析爲一重要佐證，並特別注意剖面中粘粒之移動及粘膜之形成。

本研究之其他二處剖面（鹿草及善化），因已具發育形態，故未作剖面發育定量分析。

5. 微土壤學研究之實際應用

微土壤之研究發展迄今已達 40 年，因其操作費工費時，除歐洲及澳州外，世界其他各國之研究進展，較任何土壤學門爲緩慢。微土壤學之研究，除對土壤化育及分類提供有力證據外，在實際應用方面，尚未廣泛展開，但其可能之適用範圍，可分述如下：

(1) 土壤微孔隙對植物根系之伸展，土壤水分之供應及養分之吸收等影響：

作物根系之伸展，受土壤孔隙之大小，形狀及排列之影響甚大，而土壤孔隙之大小形狀及排列，又可控制土壤水分之運動及供應，進而影響植物對養分之吸收。

土壤微孔隙，依其型式，可大分爲水平型(Horizontal type) 及垂直型(Vertical type)。此兩種絕不相同之土壤孔隙，對土壤水分之運動有很大之影響。土壤含水平隙多者，對水分之傳導及淋洗較爲不利，但對植物有效水分之供應則爲有利。相反地，含垂直隙多之土壤則反

是。O'Neal 氏[15] 認爲如土壤孔隙呈內部互接型（Interconnected），則此土壤必屬良好之傳導體，如土壤孔隙係藉若干細小之微孔隙連接，則屬不良之傳導體。

總之，微土壤學之研究，對土壤孔隙之形狀及特質，可提供基本之資料，使吾人對土壤結構與構造，及其對土壤耕性等影響之瞭解，有相當之助益。鹿草剖面表土層之薄切片曾見平面隙，顯示其對甘蔗水分之供應，應較同類之育化土壤爲有利，故其水分管理方式似應不同。

(2) 結膜（Cutan），特別是粘膜，對土壤理化性質及植物生長之影響：

凡自然積聚並覆蓋於礦粒表面或附着於孔隙內表面之各種成分之薄膜，均稱之爲結膜。在研究土壤發育時，特別注重粘膜之形成。土壤剖面之粘膜，厚者可達10mm。據Soileau氏[19]之研究，以人工合成之鐵質高嶺石（Iron—Kaolinite）粘膜，附着於土層中，使成 0.075—0.2 mm 不等之厚度，發現小麥之根系生長速率及對鉀素之吸收，均受之此粘膜影響而減低。土壤驟濕時，土體亦可因强附之粘膜存在，而迅即破碎[5]。土壤如含多量之礦粒粘膜（Grain argillan），即使爲粗質地土壤，其通透性亦大爲降低。

(3) 工程界之應用：

西德 Braunschweig 近郊之聯邦農業研究所，對土壤薄切片之研究，規模極大。據其研究，公路因車輛之行駛頻繁，其底層土壤之微構造，由切片現出明顯之波浪形，故微土壤學之研究，對公路工程承受壓力之設計，又可提供基本之資料。

誌謝：本研究承中興大學吳敏慧教授惠允使用其 X-ray 光譜儀，楊策卓教授及紀秋來先生之多方協助，及本所吳渭森先生協助製作薄切片及鋯石分析，文成後並蒙本公司王顧問指正，謹此一併致謝。

四、參 考 文 獻

1. Alexander, J.D., A.H. Beavers, and R.R. Johnson. 1962. Zirconium content of coarse silt in loess and till of Wisconsin age in northern Illinois. SSSAP 26 : 189—191.
2. Barshad, I. 1965. Chemistry of the soils (F. E. Bear ed.) Chapt. 1: Soil development, Reinhold Publ. Corp., N. Y.
3. ———————— : P.27
4. Brewer, R. 1964. Fabric and mineral analysis of soil. John Wiley & Sons, Inc. N. Y., London, Sydney P.182.
5. Brewer, R., and A. V. Blackmore. 1956. The effect of entrapped air and optically oriented clay on aggregate breakdown and soil consistence. Aust. J. Appl. Sci.7 : 59—68.
6. Delage, A ET Lagatu, H. 1943. Sur la constitution de la terre arable. Compt. rend. de l' Ac. Tom. 139.
7. Delecour, F., and G. Manil. 1962. A micromorphological contribution to the knowledge of the acid brown soils on the Belgian Ardennes. Z. PflErnahr Dung. Bodenkunde 93 : 219—224.

8. Grossman, R. B., I.Stephen, J. B. Fehrenbacher. and A. H. Beavers. 1959. Fragipan soils of Illinois, III : Micromorphological studies of Hosmer silt loam. SSSAP 23, 73—75.
9. Johnston, J. R., and J. B. Peterson. 1941. Microscopic study of soils from five great soil groups. SSSAP 6 : 360—367.
10. Knox, E. G. 1957. Fragipan horizon in New York soils. III : The basis rigidity. SSSAP 21 : 326.
11. Kubiena, W. L. 1931. Micropedological studies., Wiss. Arch. Pflanzenbau 5 : 613—648.
12. Lafeber, D. 1962. Aspects of stress-induced differential movements of fabric elements in mineral soils. Proc. 1st Conf. Aust. Road Res. Board 1 : 1059—1067.
13. Marshall, C. E. 1940. A petrographic method for the study of soil formation processes. SSSAP 5 : 100—103.
14. ———————— and J. F. Haseman. 1942. The quantitative evaluation of soil formation and development by heavy mineral studies : A Grundy Silt Loam profile.SSSAP 7 : 448—453.
15. O'Neal, A. M. 1949. Soil characteristics significant in evaluating permeability. Soil Sci. 67 : 403—409.
16. Romashkevich, A. I. 1962. Microstructure and microaggregation of soils in relation to erosion and formation of deposits. Pochvoedenie 10 : 56—61.
17. Ross, C. S. 1924. A method of preparing thin section of friable rock. Amer. J. of Sci. 5, Vol.7—8.
18. Soil classification, a comprehensive system, 7th approximation. 1960. USDA.
19. Soileau, J. M., W. A. Jackson, and R. J. McCraken. 1964. Cutans (clay films) and potassium availability to plants. J. Soil Sci. 15 : 116—123.
20. Swanson, C. L., and J. B. Peterson. 1940. Differences in the microstructure of profiles of the Marshall and the Shelby silt loam. SSSAP 5 : 297—303.

台中區紅土台地蔗田土壤之鉀素供應能力之研究[1]

薛　鎮　江[2]

摘　　要

本研究目的在求甘蔗利用台中區紅土台地蔗田土壤中之交換性鉀素情形及土壤中交換性、非交換性鉀素含量，以及石灰對此之影響等，以爲鉀肥需要量作適宜調整之參考。玆將所得之結論彙報於后：

(1) 台中區紅土台地蔗田土壤，其鉀素固定量以更迭乾濕四次處理較保持田間容水量處理爲高。

(2) 石灰之施用與否對固定鉀素能量有甚大之幫助。一般以后里土壤用更迭乾濕四次處理而加用石灰者爲最高，達 38.8 %。最低以后里土壤用保持田間容水量處理而不加用石灰者，僅達 2.9%。

(3) 甘蔗吸收交換性鉀素量佔種植前交換性鉀素，大肚山土壤爲 14.6—23.3 %，后里土壤爲 5.2—14.4%。

(4) 甘蔗吸收鉀素主要來自非交換性鉀素，約佔全部含量之四分之一至五分之一。

(5) 非交換態釋放鉀素含量與甘蔗吸收鉀素量間有高度之相關。其相關係數達 0.9 5。

(6) 台中區紅土台地蔗田土壤之交換性鉀素， 大肚山土壤多在 100ppm 左右 ， 后里土壤在 60—80 ppm 間。

(7) 非交換態釋放鉀素與交換性鉀素含量間換有高度之相關。其相關係數達 0.88 。惟心土無顯著相關表現。

一、前　　言

台中區紅土台地之土壤， 概以定積方式風化，成土年代較久， 淋溶亦烈，天然地力貧瘠，故鉀肥之肥效極爲顯著。 鉀肥在本省蔗田之重要性僅次於氮肥。據試驗結果 [2]，其增產率最高可達 161.4% ，平均增產值亦達 33.1% ，爲本省蔗田鉀素最感缺乏之區域，故鉀肥施用之合理化對蔗糖生產之經濟影響甚大。

1939 年經 Bray 及 DeTurk 兩氏 [6] 確立土壤中之鉀素具有：礦物性鉀→非交換性鉀⇌交

(1) 台灣糖業試驗所審定發表論文第 R3—118 號。
(2) 本所農藝系十二等農藝技術師。
(3) 本文於 60 年 5 月 18 日日收到。
(4) 本研究曾獲國家科學委員會之補助。

換性鉀⇌水溶性鉀之平衡關係後，就植物營養之立場而言，土壤中非交換性鉀，實具有相當之重要性。因此由於此方面之進展，已使吾人專賴土壤中交換性鉀素之多寡，推斷土壤需鉀之情形，顯然有其缺點，根據過去於紅壤舉行鉀肥田間試驗[3]，交換性鉀素與甘蔗對鉀肥效應之相關性係數爲 0.545。設想土壤中之鉀素供應能力爲影響鉀肥肥效之一主因，非交換性鉀在土壤內之轉變與釋放對甘蔗生長上之關係，頗値得研究。

此外，石灰對交換性鉀⇌非交換性鉀間之平衡之效應，經試驗證明酸性土壤施用石灰，非交換性鉀之一部分釋放爲交換性鉀。若施用可溶性鉀，有加用石灰較無加用石灰者，被土壤固定之鉀素爲多。因此施用石灰可增加土壤固定鉀素能力，而從生長期甚長之甘蔗而言，對鉀素之奢侈耗費及減少土壤鉀素之流失等或屬有利。根據雷、李兩氏[2]測定紅棕壤土壤之固定鉀素量爲加入者之 6.58～32.02 %間之試驗結果看之，已普遍施用石灰之現今，土壤中鉀素之累積效果或已顯出，故爲鉀肥需要量作適宜之調整，必須探討對甘蔗利用台中區紅土台地蔗田土壤中之鉀情形及台中區紅土台地蔗田土壤中交換性、非交換性鉀含量及石灰對此之影響等。茲將所獲得之結果報導於後。

二、研　究　方　法

研究工作分二部份進行。其一爲盆栽試驗，即用有釉瓷缸作盆栽試驗，每盆貯風乾土（供試土壤爲大肚山山仔脚農場及月眉糖廠后里農場），分別處理共得表一各種不同處理，重複三次。

加用石灰區其需要量按 Jensen 氏法[8]測定後計算其相當量施用之。鉀肥施用形態爲氯化鉀，處理前後分析各盆交換性鉀、非交換性鉀態釋放之鉀、全鉀等，其分析方法按 Pratt 氏[10]方法測定之。甘蔗收穫時採取所有甘蔗體，經水洗，乾燥，秤量，粉碎後，在 500°C 下灰化，矽酸分離後用焰光儀測定鉀量，並計算甘蔗體中所吸收之全部鉀量。另一爲根據種蔗歷史、栽培方法、單位面積產量、土類等採取代表性土樣，作前列各項分析。

表一：試驗處理表

處理	施用鉀肥後更迭乾濕四次	施用鉀肥後保持田間容水量
加用石灰	1 不施鉀肥	1 不施鉀肥
	2 施用 40 公斤／公頃 K_2O	2 施用 40 公斤／公頃 K_2O
	3 施用 80 公斤／公頃 K_2O	3 施用 80 公斤／公頃 K_2O
	4 施用 160 公斤／公頃 K_2O	4 施用 160 公斤／公頃 K_2O
	5 施用 320 公斤／公頃 K_2O	5 施用 320 公斤／公頃 K_2O
不加用石灰	1 不施鉀肥	1 不施鉀肥
	2 施用 40 公斤／公頃 K_2O	2 施用 40 公斤／公頃 K_2O
	3 施用 80 公斤／公頃 K_2O	3 施用 80 公斤／公頃 K_2O
	4 施用 160 公斤／公頃 K_2O	4 施用 160 公斤／公頃 K_2O
	5 施用 320 公斤／公頃 K_2O	5 施用 320 公斤／公頃 K_2O

三、結果及討論

本研究之目的在求甘蔗利用台中區紅土台地蔗田土壤中之交換性鉀情形及土壤中交換性、非交換性鉀含量以及石灰對此之影響等， 以為鉀肥需要量作適宜調整之張本。 供試土壤經前述各項方法分析，其結果如表二。

表二、　供試土壤分析結果（p.p.m.）

地　　點	pH	全　　鉀	交　換　性　鉀	非交換態釋放鉀素
大　肚　山	5.2	354	37	317
后　　里	7.6	368	118	250

由表二結果看之， 后里土壤已用石灰調節土壤 p H 至7.6 ，對交換性鉀⇌非交換性鉀之平衡，似有甚大之影響，由此不難想見。

至石灰對台中區紅土台地蔗田土壤固定鉀素，本研究採取下述二者， 探討其影響程度。

⑴　以已知量之鉀素溶液0、16、32、64 及 128ppm 加入土中，晒於太陽下乾燥之，冷後再加水使之濕潤，復又如前乾燥，如此濕而復乾重複四次。

⑵　同樣加入已知量鉀素溶液後，使其於濕潤狀態下，保存至收穫為止。

土壤經前述各項方法分析，其結果如表三。

表三、　處理後之土壤固定鉀素量（ppm）

供試土壤	鉀肥施用量	更迭乾濕四次			保持田間容水量		
		交換性鉀	固定鉀	釋放性鉀	交換性鉀	固定鉀	釋放性鉀
大肚山	0	33	—	196	33	—	192
加	16	39	10	212	42	7	204
用	32	52	13	240	56	9	226
石	64	79	18	262	81	16	256
灰	128	110	51	306	124	37	298
大肚山	0	33	—	234	33	—	208
不	16	43	6	258	44	5	220
加用	32	57	8	276	58	7	232
石	64	85	12	284	87	10	246
灰	128	124	37	348	139	24	298

供試土壤	鉀肥施用量	更迭乾濕四次 交換性鉀	固定鉀	釋放性鉀	保持田間容水量 交換性鉀	固定鉀	釋放性鉀
后里	0	110	—	266	110	—	324
加	16	122	4	284	123	3	342
用	32	124	18	290	134	8	360
石	64	154	20	329	157	17	366
灰	128	187	51	350	214	24	400
后里	0	110	—	272	110	—	296
不	16	127	(1)	282	132	(6)	316
加用	32	141	1	294	143	(1)	320
石	64	171	3	326	173	1	340
灰	128	205	33	368	225	13	402

由表三可知，用(1)法較(2)法者， 其固定鉀素爲高。 據 Attoe 氏 (5) 之研究亦指出同樣之結果。又據德岡氏等 (4) 用 X 線分析粘粒， 發見大部份係屬 Montmorillonite 型者， 故施用石灰與否對鉀素之固定有甚大之影響。由此結果不難想見， 吾人似可解釋酸性土壤中， 因交換性氫、鐵、鋁等吸着力强之離子較多，致鉀離子不易進入膠體， 其固定力自較弱。反之， 鹼性反應土中之交換性陽離子以鈣、 鎂、 鈉等爲主， 自較易被鉀離子交換進入膠體而增加其被固定之機會。據 Evans 及 Attoe 氏 (7) 之報告亦稱固定鉀素力强大之土壤， pH 亦高。因此施用石灰可增加土壤固定鉀素能力與 Peech 及 Bradfield 氏 (9) 指出者頗相一致 。 則被固定鉀素量相當於加入量之平均百分率如表四。

表四、 處理間土壤因定鉀素能量平均百分率

處理	更迭乾濕四次 大肚山	后里	保持田間容水量 大肚山	后里
加用石灰	38.3	38.8	28.7	21.6
不加用石灰	26.2	15.0	18.3	2.9

由表四可知， 屬於(1)法而加用石灰之后里土壤之固定能量最高， 其固定鉀素量爲加入者之 38.8 %。不加用石灰者僅及之一半，達到 15.01 %而已。次爲大肚山土壤加用石灰者，達 33.3 %，不加用石灰者，達 26.2 %。至屬於(2)法而加用石灰之大肚山土壤之固定能量爲 28.7%，不加用石灰者爲 18.3 %。次爲后里土壤加用石灰者達 21.6 %，不加用石灰者爲最低， 僅 2.9 %。 故在發育年代久遠之紅土台地施用石灰對固定鉀素能力有甚大之幫助。 甘蔗乃一生長期甚長

之作物，增加固定作用不但可減少土壤鉀素之流失且可防止甘蔗對鉀素之奢侈耗費（Luxury consumption）。因此在未全面施用石灰前紅土台地之施用鉀肥次數值得吾人再檢討。

甘蔗收穫後將甘蔗體水洗乾燥秤量後粉碎，在 500°C 下灰化，矽酸分離後用焰光儀測定鉀量。然後計算甘蔗體中所吸收全部鉀量。其結果如表五。

表五、　甘蔗自土壤中吸收各種形態鉀素量

供試土壤	鉀肥施用量 ppm	交換性鉀素種植前 ppm	更迭乾濕四次				保持田間容水量			
			交換性鉀素 ppm		甘蔗吸收鉀素量 ppm	非交換態釋放之鉀素 ppm	交換性鉀素 ppm		甘蔗吸收鉀素量 ppm	非交換態釋放之鉀素 ppm
			種植後	減少量			種植後	減少量		
大肚山、加用石灰	0	37	33	4	52	48	33	4	56	52
	16	53	39	14	77	63	42	11	69	58
	32	69	52	17	80	63	56	13	80	67
	64	101	79	22	96	74	81	20	90	70
	128	165	110	55	106	51	124	41	115	74
大肚山、不加用石灰	0	37	33	4	83	79	33	4	58	54
	16	53	43	10	85	75	44	9	69	60
	32	69	57	12	97	85	58	11	80	69
	64	101	85	16	104	88	87	14	99	85
	128	165	124	41	122	81	139	26	110	84
后里、加用石灰	0	118	110	8	86	78	110	8	74	66
	16	134	122	12	102	90	123	11	85	74
	32	150	124	26	103	77	134	16	94	78
	64	182	154	28	124	96	157	25	99	74
	128	246	187	59	133	74	214	32	123	91
后里、不加用石灰	0	118	110	8	78	70	110	8	63	55
	16	134	127	7	98	91	132	2	73	71
	32	150	141	9	99	90	143	7	78	71
	64	182	171	11	120	109	173	9	90	81
	128	246	205	41	132	91	225	21	122	101

由表三及表五看之，土壤中交換性鉀素與非交換態釋放之鉀素（由硝酸抽出者），均隨增加鉀肥之施用而增加。甘蔗吸收交換性鉀素以更迭乾濕四次之處理較保持田間容水量之處理爲高。例如大肚山土壤則高出 34 及 57 %，后里土壤則高出 84 及 95 %。至交換性鉀素被甘蔗利用

者，佔種植前交換性鉀素大肚山土壤為 14.6—23.3 %，后里土壤為 5.2—14.4 %。由此可知大部分甘蔗體鉀素量來自非交換性鉀素，其量約佔全非交換性鉀素之四分之一至五分之一。因此非交換性鉀素係交換性鉀素之一重要供給源，惟尚需繼續探討。

茲將非交換態釋放之鉀素與甘蔗吸收鉀素量關係，繪於圖一。

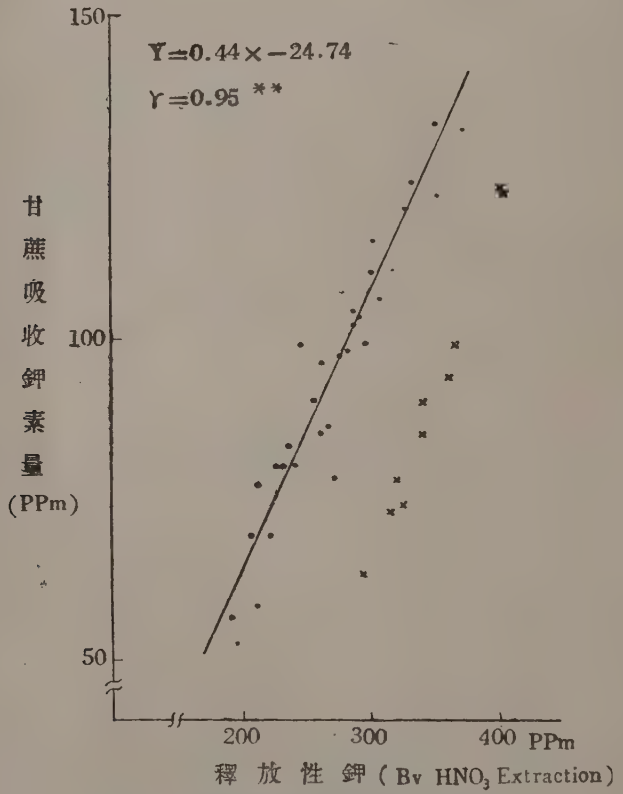
其關係公式為：

$$Y = 0.44X - 24.74$$

式中 X：釋放性鉀（ppm）

Y：甘蔗吸收鉀素量（ppm）

相關係數為 0.95。圖一中以 "×" 記號繪成數點，係后里土壤保持田間容水量處理部分，其相關係數為 0.99。



圖一、 釋放性鉀素量與甘蔗吸收鉀素量之關係

至台中區紅土台地蔗田代表性土壤中交換性與非交換態釋放鉀之大概情形，根據採取自六個地點，經前述方法分析，其結果分別列舉於表六。

表六：　台中區紅土台地主要蔗區土壤中交換性與非交換態釋放鉀素量(ppm)

主要蔗區	表土 交換性鉀素	表土 非交換態釋放鉀素	心土 交換性鉀素	心土 非交換態釋放鉀素
	121	368	81	296
	109	348	72	332
大肚山	124	360	69	320
	100	304	64	360
	107	332	69	360
	127	368	73	368
	115	332	66	320
水掘頭	127	344	68	332
	112	332	66	320
	111	324	58	292
	92	292	44	292
	106	256	72	308
大肚山	98	256	45	280
	99	288	47	272
	98	260	52	288
	81	280	50	292
	76	260	47	264
山仔脚	77	260	50	260
	74	256	47	276
	99	272	45	260
	104	308	50	288
	106	316	52	276
大肚山	124	320	68	288
	115	332	54	288
	114	316	50	292
	106	316	47	324
	96	316	43	308
林厝	94	316	44	288
	96	308	64	308
	100	308	52	304

主要蔗區	表土 交換性鉀素	表土 非交換態鉀素	心土 交換性鉀素	心土 非交換態鉀素
月眉	69	256	60	224
	77	256	49	260
	76	272	58	308
	76	264	56	320
	79	264	70	372
后里	84	276	57	304
	79	276	65	316
	76	264	38	224
	76	264	47	240
	75	256	50	244
月眉	124	320	86	244
	141	316	64	256
	130	316	58	248
	140	332	53	232
	152	372	73	248
七星	136	320	56	232
	114	320	50	228
	112	372	53	264
	102	316	57	280
	109	328	54	264
月眉	65	248	61	308
	64	244	52	308
	62	244	50	288
	69	260	62	292
	66	256	72	316
外埔	80	272	66	324
	68	248	54	292
	80	256	58	304
	92	280	57	296
	80	276	53	304

由表六結果可知，交換性鉀素含量表土均高於心土，此可能受施肥及作物殘餘之影響所致，大致大肚山土壤除山仔脚農場稍低外，多在100ppm左右。后里土壤除七星農場最高達152ppm外，多在 60—80 ppm 間。非交換態釋放鉀遠比交換性鉀爲高。在表土中前者約爲後者之 3—4 倍，在心土中前者約爲後者之5—6倍。茲將兩者間關係按表土心土分別繪成圖二及圖三。

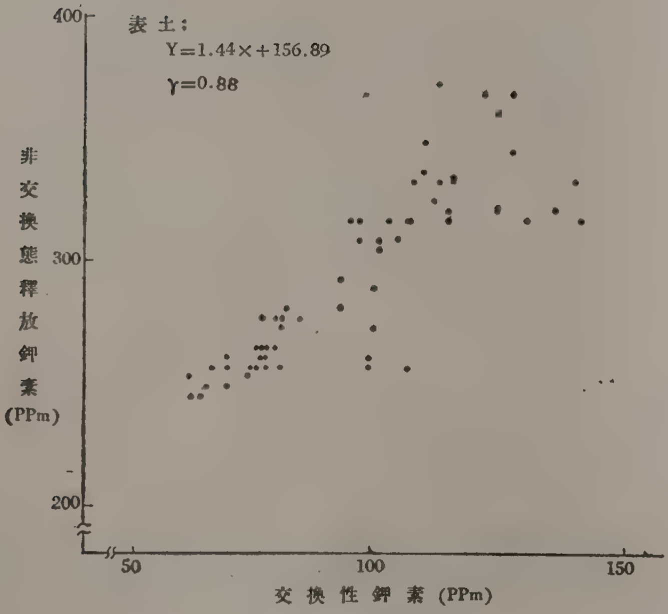
表土部分關係公式爲：

$$Y = 1.44\times + 156.89$$

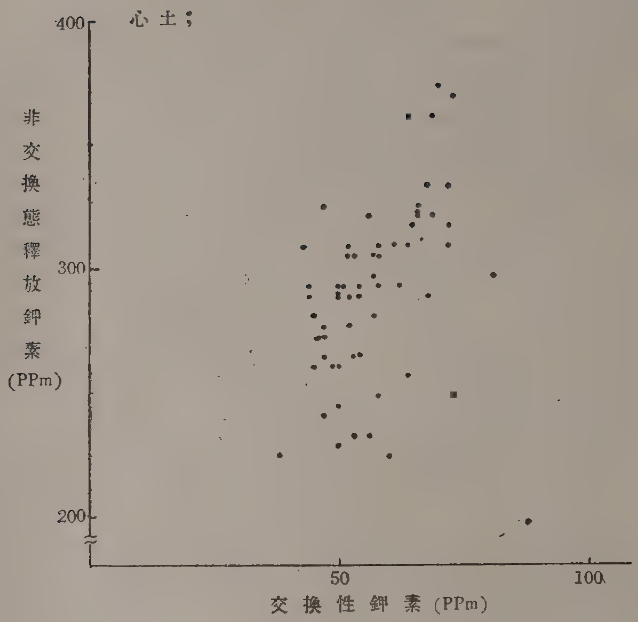
式中×：交換性鉀（ppm）

Y：非交換態釋放鉀（ppm）

相關係數爲0.88。心土部分無顯著相關表現。



圖二： 交換性鉀素與非交換態釋放鉀素之關係



圖三：　交換性鉀素與非交換態釋放鉀素之關係

由圖二可知，非交換態釋放鉀素與交換性鉀素兩者間有高度之相關。而且非交換性鉀爲交換性鉀之主要給源，其含量與甘蔗吸收鉀素量亦有高度之相關看之，近年來對鉀肥效應，該顯著的變爲不顯著，台中區紅土台地蔗田土壤，是否與非交換性鉀素含量多寡而有關，尙需進一步之探討。

誌謝：本文承　王顧問世中詳予校閱斧正，謹此敬表謝忱。

五、參　考　文　獻

1. 雷通明、李風文 .1949. 台灣數種蔗田土壤之鉀素固定作用. 台灣糖試所研究彙報 5 : 109—120.
2. 趙畯田、李風文 .1954. 台灣蔗田土壤肥力之研究 Ⅳ. 各蔗區磷鉀肥示範試驗之結果. 台灣糖試所研究彙報 12 : 107—119.
3. 趙畯田 .1954. 台灣蔗田土壤肥力之研究 Ⅵ. 土壤中交換性鉀素與甘蔗對鉀肥效應之關係. 台灣糖試所研究彙報 12 : 131—145.
4. 德岡、諸岡等 .1938. 台灣產粘土のX線的研究. 熱帶農學會誌 10 : 158—165.
5. Attoe, O. J. 1947. Potassium fixation and release in soils occurring under moist and drying conditions. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 11 : 145—149.
6. Bray, R. H., and DeTurk, E.E. 1938. The release of potassium from non-replaceable forms in Illinois soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc, 3 : 101—106.
7. Evans, C.E., and Attoe, O.J. 1948. Potassium-supplying power of virgin and cropped soils. Soil Sci. 66 : 323—334.
8. Jensen, S.T. 1924. Internatronale Mitteilungen für Bodenkunde. 14 : 112.
9. Peech, M., and Bradfield, B. 1943. The ettects of lime and magnesia on the soil potassium and on the absorption of patassium by plants. Soil Soi. 55 : 37—48.
10. Pratt, P. F. 1951. Potassium removal from Iowa soils by greenhouse and laboratory procedures. Soie Sci. 72 : 107—117.

氮素施用時期與甘蔗可製糖率及氮素養分吸放關係之研究[1]

陳 正 羲　　胡 崇 理[2]

摘　　要

1. 秋植甘蔗最後一次氮肥遲至蔗齡第十一個月（即翌年8月）施用，於蔗齡第十六個月以後採收，並不影響其產糖量。
2. 正一葉片氮素含量可做氮素養分供給充分與否之指標，不論土壤與氣候條件若何，於甘蔗生長盛期葉氮含量高於2%，即顯示氮素養分之供量已足，葉氮含量低於2%，即將影響甘蔗及糖產量。
3. 綜合兩年期之試驗結果，秋植甘蔗全部氮素肥料應於甘蔗收穫前五個月施完，方不致影響甘蔗可製糖率。
4. 不同氮素施用時期處理間之甘蔗可製糖率變化與正一葉片氮素含量變化，成反相關。
5. 氮素施用量高，可製糖率即形降低，然如氮素養分供給過於缺乏，低氮素施用量之可製糖率亦低。
6. 正一葉片氮素含量以生長初期爲最高，隨着蔗齡之增加而遞減，氮素之施用可以提高葉氮之含量。

一、前　　言

甘蔗之成熟度受氣候因子（溫度、日照），土壤水分以及養分供給等之影響。如日光充足氣溫降低，雖有充分氮素養分及土壤水分供給，甘蔗勢必停止生長而增高糖份含量。氣溫升高又日光充分，如無其他水分及養分之限制因子，則甘蔗快速生長而仍含有多量還元糖。由於氣候因子不易改變，故土壤水分及營養分成爲控制成熟之主要方法。

土壤水分之供給仰賴雨水及灌溉。於收穫期甘蔗生長與其水分含量關係甚大，故在有灌溉地區，收穫前適當的控制灌溉，可以抑制甘蔗生長，而提高蔗汁品質。Clements 認爲甘蔗收穫期維持葉鞘水分含量於 71～73%，可得較佳之蔗汁品質而提高產糖量。[7]

氮素對甘蔗品質之影響關係至鉅，其施用量及時期均嚴重影響糖份含量。於夏威夷試驗結果，認爲氮肥施用時期應於收穫期 10 個月前。在爪哇甘蔗生長期 14 個月之情況下，由許多田

---

(1)台灣糖業試驗所審定發表論文第 R3—119 號。

(2)本所新營實驗場九等農藝技術師、場長。

(3)本文於 60 年 5 月 14 日收到。

間試驗顯示，甘蔗生長所需要的全部氮素養分，應於種植後二個月內全部施完最爲有利。 Borden 氏試驗結果認爲甘蔗生長期爲十二個月者，氮肥必須早施，生長期較長者，則可晚施。Wailuku Sugar Co. 試驗結果認爲，如果甘蔗在極度缺氮之情形下，於甘蔗收穫前 5½ 個月再補施氮肥，仍可增加蔗量及糖產量，而不影響可製糖率。(7)

台灣高產蔗園一般公頃產蔗量均在 25 萬公斤以上，甚有高達 40 萬公斤者；甘蔗可製糖率每形下降，固然品種、氣候、灌溉，有機肥及氮素肥之施用量均爲影響的主要因子；而於台灣之氣候及種植環境下，有關氮素肥料之施用時期，對甘蔗糖份之影響若何？生長後期追施氮肥，究竟影響可製糖率至若何程度？則爲本試驗之目的。

二、試驗材料及方法

本試驗自 54 年 7 月至 57 年 6 月分別於麻佳蔗作改良場的坋質壤土進行兩年期（55/56 及56/57 年期）之秋植田間試驗。

㈠ **試驗處理內容：**

試驗設計採用 3×2 因子試驗，田間規劃爲行長 8 公尺，行距 1.25 公尺，每小區 8 行，逢機區組，重複六次，品種均爲 F146。磷鉀肥施用量均爲，P_2O_5 75kg/ha，K_2O 150kg/ha。55/56 年期於麻佳改良場 N-15 區進行試驗，54 年 9 月 9 日種植甘蔗，至 56 年 1 月13 日收穫；56/57 年期於麻佳改良場 N-11 區進行試驗，55 年 9 月 14 日種植甘蔗，至 57 年 2 月 25 日收穫。試驗處理分爲：

處理代號	處理代號
A_1	每公頃施用氮素 300 公斤，於植後 6 個月內分二次平均施用。
A_2	每公頃施用氮素 300 公斤，於植後 9 個月內分三次平均施用。
A_3	每公頃施用氮素 300 公斤，於植後 11 個月內分四次平均施用。（即大培土後增施一次）
B_1	每公頃施用氮素 150 公斤，於植後 6 個月內分二次平均施用。
B_2	每公頃施用氮素 150 公斤，於植後 9 個月內分三次平均施用。
B_3	每公頃施用氮素 150 公斤，於植後 11 個月內分四次平均施用。（即大培土後增施一次）

㈡ **試驗地土壤剖面性質：**

試驗地土壤剖面理化成分分析結果如表A及表B。兩年期試驗地均爲砂泥岩冲積土，表土質地全爲坋質壤土，心土爲坋質粘壤土，且同爲鹼性土壤。55/56 年期試驗地之土壤全氮量，有效性磷及有效性鉀均略高於 56/57 年期試驗地。

表A、 55/56年期麻改 N15 區試驗地理化成分分析結果

土層深度 (cm)	機械分析 砂粒(%)	坋粒(%)	粘粒(%)	質地	pH	有機質 (%)	全氮量 (%)	有效性磷 (P.P.M)	有效性鉀 (P.P.M)
0—20	10	71	19	Si.L	8.00	1.03	0.13	50	115
20—31	10	64	26	Si.L	7.95	0.72	0.09	50	52
31—51	7	61	32	Si.C.L	7.85	0.67	0.09	50	35
51—74	10	77	13	Si.L	7.95	0.47	0.13	90	23
74—110	13	71	16	Si.L	8.10	0.47	0.04	90	33

表B、 56/57年期麻改N 11 區試驗地理化成分分析結果

土層深度 (cm)	機械分析 砂粒(%)	坋粒(%)	粘粒(%)	質地	pH	有機質 (%)	全氮量 (%)	有效性磷 (P.P.M)	有效性鉀 (P.P.M)
0—20	12	69	19	Si.L	7.95	0.96	0.08	45	65
20—41	5	62	33	Si.C.L	7.75	0.73	0.06	35	41
41—71	9	62	29	Si.C.L	7.80	0.60	0.05	58	32
71—91	16	57	27	Si.C.L	8.20	0.60	0.07	63	35
91—130	14	62	24	Si.L	8.00	0.53	0.03	95	32

（註）分析方法：(1)全氮—Kjeldahl method

(1) 質地分類法—U.S.D.A 分類法。

(2) 有效性磷—Bray's Ⅱ method。

(3) 有效性鉀—N 中性醋酸銨抽出法。

三、試 驗 結 果

(一) 甘蔗收穫調查結果：

兩年期收穫調查結果，經統計分析如表一。55/56 年期試驗不論不同氮素施用時期或不同氮素施用量，其蔗產量及糖產量均未達顯著差異平準；56/57 年期試驗，不同氮素施用時期之蔗產量與糖產量均未達顯著差異平準，而不同氮素施用量 300kg/ha 之處理較 150kg/ha 處理增產蔗 4 %與糖 5 %且達 5 %顯著差異平準。又據收穫調查結果枯死莖率因增施氮肥而增高。

由此結果得知不同氮肥施用時期，至收穫期並不影響產蔗量及產糖量；而不同氮素施用量，55/56 年期以施用 150kg/ha 已足够，56/57 年期則必須施用 300kg/ha 方能獲得較高產量。

表一、　甘蔗收穫調查結果

處理項目 \ 試驗年期	55/56 年期（蔗改N—15區） 莖長 (cm)	莖徑 (mm)	原料莖數（支）	枯死莖率（%）	蔗產量 公噸/公頃	蔗產量 指數	可製糖率（%）	糖產量 公噸/公頃	糖產量 指數	56/57 年期（蔗改N—11區） 莖長 (cm)	莖徑 (mm)	原料莖數（支）	枯死莖率（%）	蔗產量 公噸/公頃	蔗產量 指數	可製糖率（%）	糖產量 公噸/公頃	糖產量 指數
全部氮素於第 6 個月施完	335	27	75,959	9.5	149.69	100	14.30	21.40	100	328	25	81,002	6.2	155.31	100	15.16	23.50	100
全部氮素於第 9 個月施完	334	27	80,479	9.0	155.33	104	14.42	22.39	105	326	26	82,149	6.0	153.75	99	15.10	23.21	99
全部氮素於第11個月施完	333	27	83,750	9.3	151.41	101	14.69	22.24	104	323	25	78.292	5.2	152.12	98	15.16	23.04	98
L. S. D. 5 % / 1 %					不顯著			不顯著						不顯著			不顯著	
施用氮素 300 公斤/公頃	335	26	80,750	9.7	148.83	100	14.55	21.67	100	331	25	79,341	6.4	157.11	109	15.17	23.82	100
施用氮素 150 公斤/公頃	332	27	79,375	8.8	155.46	104	14.38	22.36	103	317	25	81,621	5.1	150.14	96	15.11	22.65	95
L. S. D. 5 %					不顯著			不顯著						6.83			1.03	
L. S. D. 1 %														9.25			1.39	

(二)　甘蔗可製糖率之變化：

於蔗齡第十三個月起始，至甘蔗收穫，每月調查分析甘蔗可製糖率，其結果如表二。

55/56 年期不同氮素施用時期及不同氮素施用量之甘蔗可製糖率，經統計分析結果，雖不顯著，然不同氮素施用時期， 於蔗齡十三及十四個月時， 最終一次氮素肥料晚施者較早施處理之可製糖率，有低下之趨勢，又不同氮素施用量間施用 300 kg/ha 之處理，於初期甘蔗可製糖率有低於 150 kg/ha 處理之趨勢。56/57 年期不同氮素施用時期之甘蔗可製糖率，於蔗齡第十三

個月及第十五個月時，最終一次氮肥於蔗齡第十一個月施用之處理，顯較早期施完之處理爲低，經統計分析結果已達 1 % 極顯著差異平準，至蔗齡第十六個月以後，差異即不顯著；不同氮素施用量之甘蔗可製糖率，施用 300kg/ha 之處理，並不低於 150kg/ha 處理，然統計分析結果不顯著。

表二、 甘蔗可製糖率變化表

試驗年期	55/56 年期（蔗改N-15區）								56/57 年期（蔗改N-11區）									
蔗齡	第十三個月		第十四個月		第十五個月		第十六個月		第十三個月		第十四個月		第十五個月		第十六個月		第十七個月	
處理　項目	可製糖率	轉角數	可製糖率	轉角數	可製糖率	轉角數	可製糖率	轉角數	可製糖率	轉角數	可製糖率	轉角數	可製糖率	轉角數	可製糖率	轉角數	可製糖率	轉角數
全部氮素於第 6 個月施完	6.13	14.31	8.70	17.13	11.31	19.64	14.30	22.22	8.67	17.11	10.43	18.80	12.75	20.92	13.84	21.82	15.16	22.91
全部氮素於第 9 個月施完	5.97	14.14	8.44	16.88	11.34	19.67	14.42	22.31	8.79	17.24	10.21	18.61	12.05	20.30	13.44	21.50	15.10	22.87
全部氮素於第11個月施完	5.79	13.89	8.29	16.72	11.64	19.93	14.69	22.53	7.86	16.25	9.86	18.26	11.49	19.78	13.17	21.24	15.16	22.91
L. S. D. 5 %	不顯著		不顯著		不顯著		不顯著		0.66		不顯著		0.76		不顯著		不顯著	
L. S. D. 1 %									0.89				1.03					
施用氮素 300 公斤／公頃	5.78	13.88	8.26	16.69	11.50	19.82	14.55	22.42	8.43	16.86	10.30	18.66	12.39	20.61	13.54	21.59	15.17	22.92
施用氮素 150 公斤／公頃	6.14	14.32	8.69	17.12	11.36	19.68	14.38	22.29	8.45	16.88	10.06	18.45	11.80	20.06	13.41	21.45	15.11	22.87
L. S. D. 5 % 1 %	不顯著		不顯著		不顯著		不顯著		不顯著		不顯著		不顯著		不顯著		不顯著	

㈢ **土壤三要素分析：**

各試驗區均於種植甘蔗前及甘蔗收穫 後分別採集表土（0-30cm）及心土（30-60cm）分析其三要素含量，以明瞭氮、磷、鉀各成分於土壤中之消長情形，分析結果如表三。

55/56 年期試區於種植前之土壤全氮含量，表土爲 0.05-0.09 %，心土爲 0.04-0.08%；甘蔗收穫後之土壤全氮含量，表土爲 0.03～0.09 %，心土爲 0.07～0.08 %，56/57 年期試區於種植前之土壤全氮含量，表土爲 0.04～0.07 %，心土爲 0.04～0.06 %；甘蔗收穫後之土壤全氮含量，表土爲 0.08～0.11 %，心土爲 0.06～0.13%。由此結果顯示，55/56 年期試區種植前之土壤含氮量較高於 56/57 年期試區；而兩個年期甘蔗收穫後之土壤含氮量均略見增高，然以 56/57年期試區之增高較大。

土壤有效性磷、鉀含量， 於種植前後均以 55/56 年期試區爲高。故綜合氮、磷、 鉀三要素之含量情形觀之，顯示 55/56 年期試區之地力較佳於 56/57 年期試區。

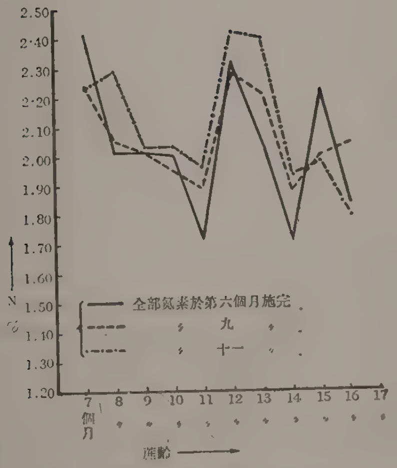
表三、 試區土壤種植前及種植後三要素含量表

代號	處理	表心土	55—56 年期(麻改N--15區) 種植前 N (%)	P (ppm)	K (ppm)	收穫後 N (%)	P (ppm)	K (ppm)	56—57年期(麻改N—11區) 種植前 N (%)	P (ppm)	K (ppm)	收穫後 N (%)	P (ppm)	K (ppm)
A_1	每公頃施用氮素 300 公斤植後 6 個月內分二次平均施用	表土	0.09	50	186	0.09	74	130	0.06	41	67	0.08	64	77
		心土	0.08	53	79	0.07	26	60	0.05	20	44	0.07	71	68
A_2	每公頃施用氮素 300 公斤植後 9 個月內分三次平均施用	表土	0.05	42	157	0.08	72	131	0.07	45	65	0.09	59	71
		心土	0.04	12	84	0.07	32	62	0.05	19	40	0.07	58	65
A_3	每公頃施用氮素 300 公斤植後11個月內分四次平均施用	表土	0.08	33	186	0.09	74	150	0.06	48	38	0.08	62	70
		心土	0.08	12	76	0.07	25	68	0.06	21	43	0.06	68	67
B_1	每公頃施用氮素 150 公斤植後 6 個月內分二次平均施用	表土	0.08	58	169	0.09	75	138	0.06	32	64	0.11	64	78
		心土	0.07	12	108	0.07	27	61	0.05	19	38	0.07	55	61
B_2	每公頃施用氮素 150 公斤植後 9 個月內分三次平均施用	表土	0.06	50	188	0.08	97	132	0.05	29	58	0.10	75	73
		心土	0.04	10	122	0.08	29	72	0.05	18	42	0.13	69	63
B_3	每公頃施用用素 150 公斤植後11個月內分四次平均施用	表土	0.08	33	116	0.09	102	149	0.04	25	57	0.11	54	73
		心土	0.06	12	68	0.08	28	73	0.04	10	35	0.08	64	65

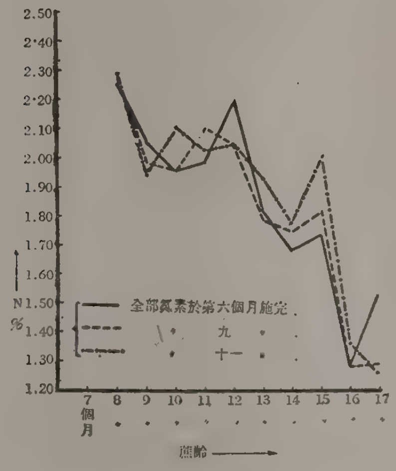
㈣ **葉片氮素分析：**

55/56 年期麻改 15 號地試區，自蔗齡七個月起始，至甘蔗收穫，每月採集正一葉片（中間 1/4 去中肋）分析氮素含量。56/57 年期麻改 11 號試區，自蔗齡八個月起始，至甘蔗收穫，亦按月採集正一葉片（中間 1/4，去中肋）分析氮素含量，其結果如圖一、二、三、四。

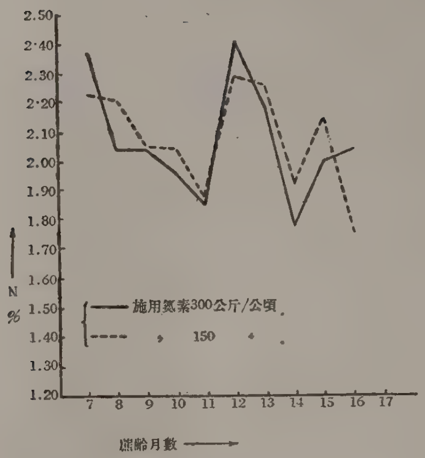
由兩年期試驗結果觀之，同量之氮素施用量，其最終施肥期較晚之處理，於甘蔗生長後期，葉氮含量偏高，然在採收期此現象亦告消失。不同氮素施用量，葉氮變化情形，兩年期試驗結果頗不一致。55/56 年期試驗，於甘蔗生長盛期（蔗齡 8～10 個月），施用氮素 150kg/ha 之處理，葉氮含量並不低於 300kg/ha 之處理，且高於 2 % 含量，至採收前仍能維持較高水準。56/57 年期試驗，於甘蔗生長盛期（蔗齡 9～10 個月）。施用氮素 150kg/ha 之處理，葉氮含量顯然低於 300kg/ha 之處理，且低於 2 % 含量，至採收時均維持較低水準。



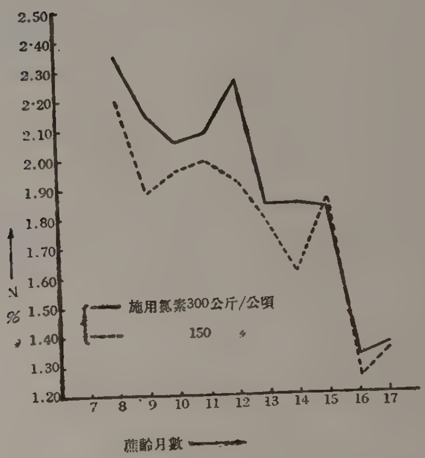
圖二、不同氮素施用時期正一葉片氮素含量之變化（55/56 年期）



圖二、不同氮素施用時期正一葉片氮素含量之變化（56/57 年期）



圖三、不同氮素施用量正一葉片氮素含量之變化（55/56 年期）



圖四、不同氮素施用量正一葉片氮素含量之變化（56/57 年期）

四、討　　論

㈠ 由兩年期收穫調查結果顯示，秋植甘蔗不論全部氮素於蔗齡第六個月、第九個月或第十一個月施完，至蔗齡第十六或十七個月收穫時，甘蔗及糖量均無顯著差異，故秋植（九月種植）F146 甘蔗至蔗齡第十六個月始收穫者，最終一次氮肥遲至蔗齡第十一個月（即翌年八月）施用，並不影響產糖量（表一）。據此台灣秋植甘蔗，一般情形。氮素施用，在種植後 6 個月前施完，較爲妥善。惟如翌年七、八月遭遇颱風暴雨後，甘蔗有缺氮現象時，仍可補施氮肥，但收穫必須延長至次年二、三月，實足十八個月仍可增加蔗產量及糖產量，此與 Wailuku Sugar Co 試驗結果，亦相吻合，即補肥在收穫前 5½ 個月，亦可增產[7]。抑由於 F146 是一個晚熟品種，故稍晚期補施肥料，亦未能影響其產糖量。似此一般栽培面積一公頃以下高產蔗園，晚期在翌年 8 月（即種植後 11 個月）前，配合有利條件增施氮肥，有充足灌溉水，在次年二、三月以後採收，仍屬有利。但在一般正常情形，應以少次早施爲宜，多數研究結論，氮肥分一、二、三次施完均無顯著差異[1.2.3.5]。本試驗種植後，氮肥在六、九、十一個月分兩次至四次施完，亦無顯著減增產現象。如在粘土地看天田，肥份不易流失，則愈早施爲佳，萌芽整齊後三個月前一次施完。（即八月種植十月份施用），仍屬有利[6]。惟在砂土或壤土六個月內分二次施完，如七、八月份遭颱風暴雨特殊情況下，而植體分析，又有缺氮現象，自可即時補充，收穫期延伸至翌年 2～3 月份，對增產亦有助益。

(二) 又由收穫調查結果，不同氮素施用量 300 公斤/公頃及 150 公斤/公頃之處理比較，蔗產量及糖產量第一年期之試驗結果無顯著差異，即施用 150 公斤/公頃即已足够。第二期之試驗結果 300 公斤/公頃較 150 公斤/公頃之處理顯著增產甘蔗 4 %與糖 5 %，達 5 %顯著差異平準，故以施用 300 公斤/公頃爲佳（表一）。而兩年期試驗結果之所以差異，可由試區土壤之化學分析及正一葉片分析結果以明之，根據土壤三要素分析結果第一年期試驗地（蔴改 N-15 區）之全氮量較第二年期試驗地（蔴改 N-11 區）爲高，又磷鉀含量亦然（表 A、B 及表三），顯示第一年期試驗地之地力較優於第二年期試驗地。再根據正一葉片氮素含量分析結果觀之，第一年期試區之 150 公斤/公頃處理之葉氮含量並不低於 300 公斤/公頃處理，且於蔗齡七至十個月間均高於 2 %，根據糖試所之研究結果，在砂泥岩冲積土 F 146 品種，於蔗齡 9～10 個月之葉氮臨界值約在 2 %左右[4]，故顯示 150 公斤/公頃處理之氮素養份供給已經足够。而第二年期試區之150公斤/公頃處理之葉氮含量則顯然低於 300公斤/公頃處理，且於蔗齡九及十個月時低於 2%，顯示氮素養份供給有不足之情況（表四）。此或可爲兩年期氮素施用量獲得不同結果之解釋。

(三) 不同氮素施用時期之甘蔗可製糖率，第一年期試驗結果，於蔗齡第十三及十四個月時，晚施氮肥較早施氮肥之處理有低下之趨勢，然未達統計顯著差異平準，至蔗齡第十五個月以後可製糖率即趨於一致。第二年期之試驗結果，於蔗齡第十三個月時，全部氮素於第九個月施完與第六個月施完之處理比較，可製糖率已無差異，然全部氮素於第十一個月施完之處理，可製糖率則顯然低下且達 1 %顯著差異平準；於蔗齡第十五個月時仍然低下亦達 1 %顯著差異平準。至蔗齡第十六個月可製糖率方趨於一致（表二）。故綜合兩年期之試驗結果以觀，F146 秋植甘蔗（9 月種植），如於蔗齡第九個月（翌年 6 月）以後，因故遲至蔗齡第十一個月（翌年 8 月）再補施氮素肥料則收穫期應延至氮肥補施後五個月，對產糖量方爲有利，亦即全部氮素應於甘蔗收穫前五個月施完，方不致影響甘蔗可製糖率。根據 Borden 氏之研究報告，在夏威夷其最後施氮期如延至植後第十一個月，其收穫期則必須延長至第廿一個月以後，對產糖率及還元糖方不致影響[8]。此點顯示台灣與夏威夷延遲施肥期之比較，實有差異，此種差異或與氣候有關。致於本省甘蔗有早熟，晚熟品種之分，據鄭健雄氏（ 1951 ）之研究報告稱：甘蔗之蔗糖累積型有二，一爲早熟種累積型，累積作用主在蔗莖之綠葉，梢頭部份；另一爲晚熟種累積型，累積作用由蔗莖基部節間向上進展，至梢頭部節間作一直線的累積，因而晚熟種之蔗糖累積作用緩慢而需要時間較長，似此不同之糖份累積作用，早熟品種之施肥期應否提早，晚熟品種之施肥期是否可較遲，仍爲吾人所應注意者。

(四) 不同氮素施用時期處理間之甘蔗可製糖率變化與正一葉片氮素含量變化，成相反之相關，即可製糖率高之處理，葉氮含量低，反之可製糖率低之處理，葉氮含量高。

(五) 不同氮素施用量之甘蔗可製糖率，在統計上雖未達顯著差異平準，然第一年期試驗結果，150 公斤/公頃之處理有高於 300 公斤/公頃處理之趨勢，亦即氮素施用量高，可製糖率反形降低。第二年期試驗結果，300 公斤/公頃之處理並不低於 150 公斤/公頃處理（表二）。此或許因爲 150 公斤/公頃之處理，產蔗量顯著低下（表一）葉氮含量於生長盛期低於 2 %，氮素養分之供給顯然不足之情形下（表四），甘蔗可製糖率亦因而低下，此與 Wailuku Sugar Co. 試驗結果，頗相類似（參閱前言）。又如甘蔗係以機械收穫，抑或人工收穫之過份粗放，則又必須考慮另一因素，即如 Borden 氏所提示：施氮多時，可使枯死莖與後期分櫱顯著增加，此時氮素對于產糖率之不利影響，當以此爲最[8]。

(六) 根據各處理土壤三要素分析結果，全氮含量於甘蔗收穫後稍有增高，有效性磷於收穫後增高幅度最大，有效性鉀於收穫後增減互見，差異不大。故該土壤以對磷素之保持力量爲最大（表三）。

(七) 正一葉片氮素含量與蔗產量及可製糖率之關係已分別討論於前，至其本身於葉片之含量變化，則以生長初期爲最高，隨着蔗齡之增加遞減，氮肥之施用可以提高葉氮之含量（表四）。

誌謝：本研究在田間試驗及室內分析工作進行中；承本場林天旺， 陳文泉諸先生之協助，文成後又蒙本所楊沼慈博士惠予斧正謹此一併誌謝。

五、參 考 文 獻

1. 李立信、廖學道 .1960. 宿根甘蔗氮肥施用次數試驗. 屏東蔗作改良場試驗報告 P. 195—197.
2. 李立信、廖學道 .1961. 宿根甘蔗氮肥施用次數試驗. 屏東蔗作改良場試驗報告 P. 233—239.
3. 李立信、廖學道、李財福 .1965. 春植甘蔗氮肥施用次數試驗. 屏東蔗作改良場研究試驗報告 P .127—123.
4. 黃國明、張晉華、詹元祜 、許恭成 . 1968. 蔗體氮素營養診斷法之研究 . 糖試所研究報告 P .60—61.
5. 孫逢吉、施文標 .1953. F 134 施肥適期試驗. 糖試所研究試驗報告 P .24—25.
6. 蔡白、陳萬 . 1952. 施肥次數與施肥試驗 .新營蔗作改良場研究報告 1：36—47.
7. Roger P. Hambere. 1963. The Growing of Sugar Cane. Elsevier Publishing Co., New York.
8. R. J. Borden. 1948. nitrogen effects upon yield and composition of sugar cane. Hawaiian Planter's Record. 52(1)：1—51.

台灣之有效雨量與水分平衡[1]

張　　　瀏[2]

摘　　　要

(一) 台灣以降雨分佈不均，6—9 月之雨季四個月內往往佔有全年降雨量之 70—80 %。

(二) 有效雨量率以年期而有不同。以降雨分佈不均，短期內降雨大而密集者有效雨量率低；如 1965 年全年有效雨量率僅有全年總降雨量之 38 %。降雨量雖較少而降雨分佈均勻者有效雨量率高，如 1964 年有效雨量率高至全年降雨量之73%。

(三) 黏壤土之有效雨量率高於砂壤土，砂壤土高於砂土，此乃由於黏壤土之逕流與滲漏損失少於砂土之故。

(四) 植蔗區以蔗株莖葉覆蓋土面，故其有效雨量率高於未植蔗之裸露土面者。

(五) 以台南為例，1964年有三個月之有效雨量超過盆面蒸發量，但三個月合計之餘水量僅有 45.6 公厘，而九個月之缺水量多至 785.5公厘，全年降雨量爲 939.1公厘，全年有效雨量爲682.2 公厘，即有效雨量率爲 73 %。1965年僅有六月一個月餘水 30.7 公厘，其餘十一個月缺水10 03.7公厘，全年降雨 1541.3 公厘，有效雨量僅有 580.1 公厘，有效雨量率爲 38 %。1966年僅有六、七二個月餘水 84 公厘，其他十個月共缺水 793 公厘，全年降雨量爲 1688.8 公厘，有效雨量爲7 64.8 公厘，有效雨量率爲 45 %。1967 年全年十二個月均爲蒸發量超過有效雨量，全年缺水 398.1 公厘，全年降雨量較少僅爲 1163.6 公厘，有效雨量爲 594.2 公厘，以雨量分佈較爲均勻，有效雨量率較高爲 51 %。1968 年全年有四個月共餘水 81.4 公厘，而八個月共缺水 661.5 公厘，全年降雨量較多達 1813.5 公厘，有效雨量 889.4 公厘，有效雨量率爲 49 %。由上可知以缺水月份每年達 9—12 個月，故人工灌溉具有極度之重要性。

(六) 就八地以蒸發量減除有效雨量設研究逐月之水分平衡，可知台南除六月有餘水外，其他各月無不極需灌溉，尤以四、五月蒸發量最高時，需要灌溉尤爲迫切。此外，台中、虎尾、大林、新營、屏東各地，除六月有餘水外，其他各月均爲缺水而需灌溉；二月有時略有少量餘水而此時溫度低而農作物生長亦比較緩慢，如不加灌溉亦尚無不可。台東八月較多餘水而可減少灌溉。花蓮除八月缺水需要灌溉及四、五月降雨少時略需少量灌溉外，其餘各月均可不需灌溉。此外，台北附近地區灌溉即不甚重要。

---

(1)台灣糖業試驗所審定發表論文第 R 2—143號。

(2)前本所農藝系正研究員。

(3)本文於 60 年 6 月 3 日收到。

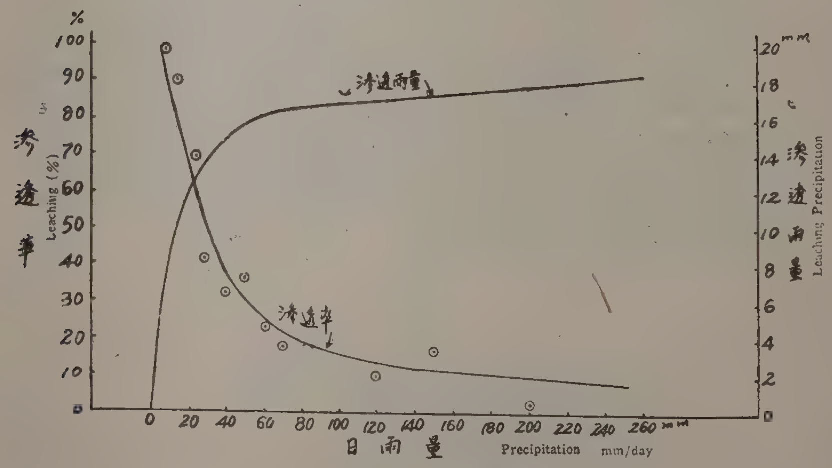
一、引　　言

天然降雨及人工灌漑係供給作物生長所需水分之主要來源， 如何使水分能保持收支平衡，以便隨時充分供應作物生長所需之水， 藉使作物生長不受限制而達到理想之最高產量， 此爲須加研究之問題。天然降雨與人工灌漑如何配合運用， 乃爲今日科學灌漑研究之重心。 人工灌漑可以不同之地面處理灌漑方式， 及配水設備以控制田間所需水分之適度供應， 以提高灌漑水源之利用效率；惟天然降雨以時間、 地點、雨量及降雨強度變化無常而爲人力所無法控制， 以降雨之强度與雨量之分佈不均， 致天然降雨不能完全滿足灌漑之需要， 故「有效雨量」之估計與運用即甚爲重要而亦甚感困難。 目前各國雖已有不同角度之研究， 但迄今尙少合理之估算方式。一般所謂「有效雨量」，如以公式表示之爲： 有效雨量＝降雨量－排水量（ 排水量＝逕流量＋地下滲漏量）。

所謂有效雨量，乃指降下之雨水中可能供應作物根系有效利用之部分水分。[1][2][3] 以降雨時間及連續降雨量之不同與土壤之性質如土壤之保水力與滲透力之不同， 又如地面覆蓋物如植株莖葉之繁茂與否及葉面積多少與土面殘株落葉等覆蓋物多少暨吸水保水力强弱， 凡此種種均與有效雨量率有關。 降雨量超過土壤之吸着力與保水力， 多餘之水即形成逕流冲失與滲濾淋失，此即非爲有效雨量。一般言之， 降雨時間短而降雨量不大者， 所降之雨均可成爲有效雨量而全部可供植物之吸收利用；反之， 降雨量愈大而愈密集於短時間內者， 其有效雨量率亦愈低，有效雨量率愈高，愈可減少人工灌漑之用水量，故有效雨量與灌漑實有不可分離之關係。

有效雨量率之估計，在台灣似尙少見實測之可靠資料，僅見者可列擧如下：

(1)　1943 年日籍手島逸郎氏[6] 就台灣製糖株式會社屏東農場（壚壤土）及崇蘭農場（砂壤土）三年分四組， 於田區四週築鋼筋水泥濇壁以收集降雨後之逸流率以估算滲透率， 其結果示如圖(一)。



圖一、　雨水之滲透（4 種觀測綜合）

(2) 桃園大圳以貯水池測定雨後之貯水量，認爲總雨量減除被收集之雨量即爲可保持於土壤中供作物消耗之雨量，此即爲有效雨量。歷年平均，有效雨量約佔有水稻灌溉期間全部降雨量之52%。桃園大圳第十二支線根據民國 24—43 年之十九年間資料所得平均數可列如表(一)：[7]

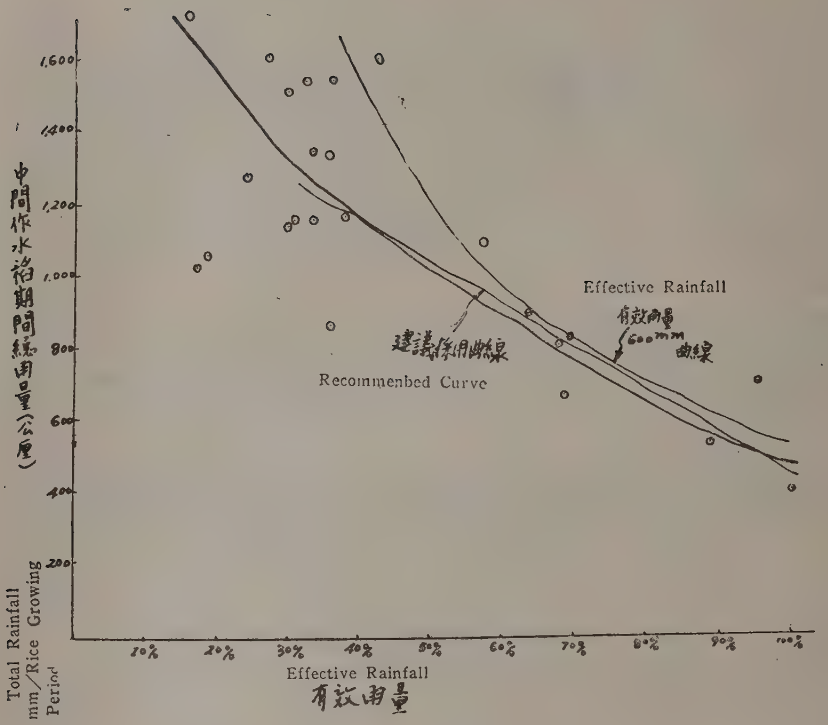
表(一) 桃園大圳區有效雨量估計數（1935—1954 年資料平均）

月份	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	合計
雨量(公厘)	183.7	191.9	219.3	233.4	363.9	129.2	133.2	103.1	75.5	1633.2
估計有效雨量(公厘)	114.1	130.8	121.6	117.7	115.6	76.8	77.9	64.2	61.2	879.9
有效雨量(%)	62.1	68.2	55.4	50.4	34.8	59.4	58.5	62:3	81.1	52.92

(3) 嘉南大圳統計諸年間水稻田之灌溉水深，求得田間需水深及田間灌溉水深之差値，視作水稻生育期中之有效雨量，據其民國 30 年至 53 年間之統計數字可列如表(二)及圖(二)：[7]

表(二) 嘉南大圳估計區內水稻生育期間之平均有效雨量率

年期別	估計有效雨量%	年期別	估計有效雨量%	年期別	估計有效雨量%
1941	18.4	1949	34.7	1957	68.0
1942	32.8	1950	28.5	1958	68.8
1943	37.1	1951	29.3	1959	41.1
1944	16.7	1952	32.5	1960	56.4
1945	14.7	1953	25.8	1961	67.4
1946	35.9	1954	100.0	1962	63.2
1947	23.2	1955	30.8	1963	94.9
1948	30.0	1956	34.9	1964	88.8



圖二、 嘉南地區中間作水稻期間降雨有效百分率

(4) 經濟部水資源統一規則委員會對於濁水溪北岸旱作灌區需水量之研究，於民國 48 年宣佈有效雨量之估計標準 (7) 之①單獨日雨量在 20公厘以下者視作無效；②連續三日內降雨量在30公厘以內且無一日超過 20 公厘者視作無效；③連續三日雨量在 30—60 公厘之間者，只視作50%為有效雨量；④三日內降雨量在 60 公厘以上者視作無效。

(5) 台灣大學農工系旱作灌溉試驗 (7)，對於有效雨量之考慮， 假定連續降雨二日以上，每日降雨 30—60 公厘時，其有效率以 70 %計，超過6 0 公厘之雨量，一律視作無效。

(6) 台灣水利局旱作灌溉推行站工作須知中， 對有效雨量之估算規定如下 (7) ：①日降雨量

5公厘以下者視作無效；②灌溉後每24小時以內之降雨視作無效；③超出根系土層田間容水量之降雨量視作無效；④根系土層田間容水量與降雨時土壤有效水分之差數，視作有效雨量。

由上所列各項資料， 可見在台灣對有效雨量之實測資料似尚不多見， 過去對所有有效雨量似多為估算。本研究報告，即就近五年來之觀測結果加以研究，提出報告。

二、研 究 方 法

本研究係利用專門設計之鋼筋水泥槽在台南糖試所加以實測 。鋼筋水泥槽之容量爲 1.4m^3 之有底者，槽底於傾斜面之中央開一約 3cm 直徑之出水口，槽底塡以卵石、鐵線網及棕櫚皮、出水口以塑膠管銜接透過地下連接於玻玻貯水瓶， 由水瓶接水以測定每次雨後之滲漏量。 槽之上方邊緣一方平土面處開一出水口， 以塑膠管接出水口連通於貯水缸內， 每次降雨後測定缸內積貯之逕流水量。 以降雨量減除滲漏量及逕流量， 即爲一次降雨後之有效雨量。槽之內壁襯以塑膠布，以減除水泥壁面之水分蒸發。用黏壤土、砂壤土、 砂土等三種土壤，各重複四次， 二重複植蔗以觀測有 甘蔗莖葉遮覆土面情形下之逕流與滲漏損失雨量； 二重複不種植甘蔗， 以觀測裸露土面情形下之逕流與滲漏損失雨量。 甘蔗品種用 F 156， 不問植蔗與否，植槽均以素燒筒自動灌漑裝置行自動灌漑。 新植者以育成之雙芽幼苗於十二月終移植， 宿根者於十二月經收穫後行宿根栽培，每槽植蔗二苗。 每次雨後實測滲漏量與逕流量， 以計算有效雨量。觀測期限均爲一年。並就五年間之降雨量與測估有效雨量及A型盆面蒸發量研究其一年間之水分平衡。

除上述台南之有效雨量及水分平衡可研究外， 更於設有氣象觀測站工之七個廠區， 就二年來之觀測記錄，由降雨量與估計有效雨量（ 根據台南實測降雨量， 滲漏率，逕流率估計平均有效雨量）並參照20cm 小盆蒸發量，估算一年之水分平衡，加以比較。

三、研 究 結 果

據實測結果， 以降雨量密度與降雨量分佈對逕流與滲漏之關係最爲密切， 降雨量大而密度大即短時間內降雨多者逕流亦大， 降雨時間長者滲漏淋失時間長而量大， 爲節省篇幅，未能將全部資料予以分列， 茲僅就 1964 及 1965 每年實測結果列如表(三)及表(四)， 並將有效雨量率列如表(五)及表(六)。 再以植蔗區實測平均數作爲估計有效雨量率之準繩， 將一個地區之全年水分平衡列如圖(三)圖(四)圖(五)圖(六)圖(七)圖(八)圖(九)圖(十)。

表(三) 臺南實測有效雨量記錄

（1964 年雨季 5—9 月兩重複區實測平均數）

日期	降雨量	不植蔗缽											
		粘壤土				砂壤土				砂土			
		滲漏量		逕流量		滲漏量		逕流量		滲漏量		逕流量	
	mm	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
5月27日	22.8	—	—	2.93	12.85	—	—	—	—	—	—	1.23	5.39
5月31日	42.1	—	—	0.12	0.29	—	—	0.19	0.45	—	—	14.35	34.09
6月 1日	23.4	—	—	0.88	0.76	—	—	0.08	0.32	—	—	3.47	14.93
6月 2日	23.6	—	—	0.08	0.34	—	—	0.11	0.47	—	—	3.29	13.94
6月 1日—6月 2日*	47.0	—	—	—	—	—	—	—	—	10.08	21.45	—	—
6月10日	72.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19.28	26.48
6月11日	27.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.00	14.60
6月12日	6.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.26	20.60
6月10日—6月12日*	106.3	10.88	10.24	—	—	14.42	13.57	—	—	19.07	17.94	—	—
6月15日	14.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.84	12.87
6月16日	26.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.12	19.32
6月17日	13.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.94	21.62
6月18日	72.4	—	—	2.46	3.40	—	—	2.93	4.05	—	—	25.63	35.40
6月15日—6月18日*	126.8	23.88	18.83	—	—	27.42	21.62	—	—	26.92	21.23	—	—
7月 3日	15.8	0.05	0.31	—	—	0.75	4.75	—	—	3.28	20.76	—	—
7月13日	22.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.48	15.75
7月15日	13.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.07	8.17
7月23日	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.00	16.67
8月28日	15.2	—	—	1.87	12.30	2.17	14.28	—	—	2.27	14.93	2.27	14.93
8月29日	7.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.07	14.08
8月30日	2.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.44	51.42
8月29日—8月30日*	10.4	—	—	—	—	1.34	12.88	—	—	—	—	—	—
8月31日	45.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.07	6.72
9月 1日	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8月31日—9月 1日*	57.7	—	—	—	—	10.16	17.61	—	—	8.16	14.14	—	—
9月16日	55.5	3.92	7.06	—	—	10.00	18.02	—	—	17.90	32.25	8.26	14.88

表㈢續

日期	降雨量	植蔗鉢											
		黏壤土				砂壤土				砂土			
		滲漏量		逕流量		滲漏量		逕流量		滲漏量		逕流量	
	mm	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
5月27日	22.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5月31日	42.1	—	—	—	—	—	—	0.29	0.69	—	—	—	—
6月 1日	23.4	—	—	—	—	—	—	0.01	0.04	—	—	—	—
6月 2日	23.6	—	—	—	—	—	—	0.53	2.25	—	—	—	—
6月 1日—6月 2日*	47.0	—	—	—	—	0.07	0.15	—	—	1.81	3.85	—	—
6月10日	72.8	—	—	—	—	—	—	0.19	0.26	—	—	—	—
6月11日	27.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6月12日	6.1	—	—	—	—	2.32	2.18	—	—	—	—	—	—
6月10日—6月12日*	106.3	5.33	5.01	—	—	—	—	—	—	3.84	3.61	—	—
6月15日	14.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6月16日	26.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6月17日	13.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6月18日	72.4	—	—	—	—	—	—	3.74	5.17	—	—	19.92	27.51
6月15日—6月18日*	126.8	16.82	13.26	—	—	6.23	4.91	—	—	14.02	11.06	—	—
7月 3日	15.8	0.32	2.02	1.49	9.43	—	—	—	—	—	—	—	—
7月13日	22.1	3.04	13.75	—	—	0.21	0.95	—	—	—	—	7.89	35.70
7月15日	13.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7月23日	12.0	1.17	9.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8月28日	15.2	3.02	19.87	—	—	3.56	23.42	—	—	—	—	—	—
8月29日	7.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8月30日	2.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8月29日—8月30日*	10.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8月31日	45.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9月 1日	12.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8月31日—9月 1日*	57.7	5.60	9.71	—	—	1.71	2.96	—	—	1.49	2.58	—	—
9月16日	55.5	7.95	14.32	—	—	3.31	5.96	6.67	12.02	3.04	5.48	—	—

* 一次降雨後其滲漏水無法在隔天全部流出而須繼續數天之久，故連續降雨時滲漏水量以數天之合計實測量推算之。又以每次降雨均不甚大，僅有六月十月一日內降雨達 72.8mm ，但以前數日均未降雨，土壤較乾，又以72.8mm 雨量亦爲一日內絡續下降，故無逕流，而僅以連續四日之降雨而有滲漏。又六月十八日一日內降雨較多達 72.4mm ，但亦無逕流，情形與六月十一日相似。

表(四) 臺南實測滲漏及逕流雨量記錄（1965年5—9月兩重複區平均數）

日期	降雨量	植蔗缽												不植蔗缽											
		粘壤土				砂壤土				砂土				粘壤土				砂壤土				砂土			
		滲漏量		逕流量		滲漏量		逕流量		滲漏量		逕流量		滲漏量		逕流量		滲漏量		逕流量		滲漏量		逕流量	
(日/月)	(mm)	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
4/6	18.0	—	—	0.4	2.06	—	—	0.2	0.89	—	—	—	—	—	—	0.5	2.94	—	—	2.6	14.44	—	—	2.5	13.89
13/3	33.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.3	12.60	—	—	6.4	18.88
14/6	43.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	1.23	—	—	—	—	—	—	8.0	18.52	—	—	1.1	2.45
13/6—15/6	77.1	14.5	18.75	—	—	25.6	33.24	—	—	30.7	39.78	—	—	10.0	12.97	—	—	10.7	13.88	—	—	10.6	13.75	—	—
19/6	39.2	—	—	—	—	—	—	4.2	10.74	—	—	0.5	1.35	—	—	—	—	—	—	4.3	10.89	—	—	3.5	8.85
18/6—21/6	55.1	4.9	8.96	—	—	13.1	23.71	—	—	23.8	43.24	—	—	15.7	28.46	—	—	10.8	19.60	—	—	17.2	31.22	—	—
26/6	61.2	—	—	1.3	2.17	—	—	1.9	3.06	—	—	3.2	5.23	—	—	—	—	—	—	4.1	6.67	—	—	6.4	10.46
27/6	271.6	—	—	2.4	0.88	—	—	2.6	0.94	—	—	10.6	3.89	—	—	2.4	0.88	—	—	7.4	2.71	—	—	11.5	4.22
25/6—29/6	352.9	47.0	13.31	—	—	55.8	15.83	—	—	78.4	22.22	—	—	84.9	24.06	—	—	58.5	16.56	—	—	83.3	23.60	—	—
3/7—10/7	74.3	8.1	10.90	—	—	21.3	29.34	—	—	21.6	29.07	—	—	21.4	28.80	—	—	15.7	21.13	—	—	18.5	24.90	—	—
26/7	98.5	11.9	12.08	—	—	26.4	26.8	—	—	29.9	30.36	—	—	13.4	13.60	6.4	6.50	15.9	16.14	8.6	8.68	22.1	22.44	1.1	1.12
6/8	112.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.1	1.88	—	—	2.0	1.79	—	—	12.3	10.98	—	—	6.9	6.16
8/8	48.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.1	4.32	—	—	3.2	6.58
4/8—8/8	212.7	36.0	16.93	—	—	40.8	19.18	—	—	61.6	28.96	—	—	31.4	14.74	—	—	48.9	22.99	—	—	64.4	30.28	—	—
13/8	12.6	2.2	17.46	—	—	—	—	—	—	0.7	5.16	—	—	2.2	17.46	—	—	5.0	39.68	—	—	1.1	8.73	—	—
19/8	212.7	—	—	—	—	—	—	2.1	0.99	—	—	23.0	10.79	—	—	—	—	—	—	36.3	17.06	—	—	50.4	23.69
20/8	9.00	—	—	—	—	—	—	5.3	5.89	—	—	15.5	17.17	—	—	—	—	—	—	18.1	20.12	—	—	12.6	14.22
18/8—21/8	345.2	48.1	13.93	—	—	59.7	17.30	—	—	78.1	22.63	—	—	64.2	18.60	—	—	73.7	21.35	—	—	80.4	23.29	—	—

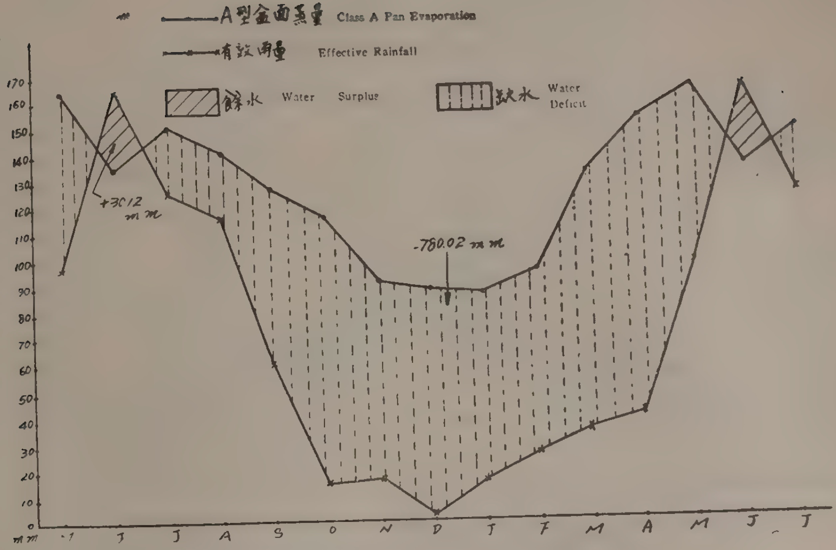
表(五)不同土壤別不同降雨量之有效雨量率（台南 1964—1968 五年平均）

項目	有效雨量率%	降雨量 mm	0—10	11—20	21—30	31—40	41—60	60以上
不植蔗（裸露土面）	A 黏壤土	(a)滲漏率%	0	3.96	7.92	10.56	12.34	超過60公厘以上部分均作無效雨量計60公厘以下部分均按左列百分率計
		(b)逕流率%	0	2.74	4.08	5.44	6.36	
		(c)合計流失率%	0	6.70	12.00	16.00	18.70	
		(d)有效雨量%	100	93.30	88.00	84.00	81.30	
	B 砂壤土	(a)滲漏率%	0	7.50	11.88	15.86	19.18	
		(b)逕流率%	0	7.20	11.42	15.24	17.02	
		(c)合計流失率%	0	14.70	23.30	31.10	36.20	
		(d)有效雨量%	100	85.30	76.70	68.90	63.80	
	C 砂土	(a)滲漏率%	0	7.11	12.78	17.01	19.85	
		(b)逕流率%	0	13.19	23.72	31.59	36.85	
		(c)合計流失率%	0	20.30	36.50	48.60	56.70	
		(d)有效雨量%	100	79.70	63.50	51.40	43.30	
植蔗	A 黏壤土	(a)滲漏率%	0	3.38	5.43	7.20	8.42	
		(b)逕流率%	0	1.52	3.47	4.60	5.38	
		(c)合計流失率%	0	4.90	8.90	11.80	13.80	
		(d)有效雨量%	100	95.10	91.10	88.20	86.20	
	B 粘壤土	(a)滲漏率%	0	4.21	7.52	10.07	11.73	
		(b)逕流率%	0	1.89	3.38	4.53	5.27	
		(c)合計流失率%	0	6.10	10.90	14.60	17.00	
		(d)有效雨量%	100	93.90	89.10	85.40	83.00	
	C 砂土	(a)滲漏率%	0	4.35	8.24	10.96	12.82	
		(b)逕流率%	0	3.15	5.96	7.94	9.28	
		(c)合計流失率%	0	7.50	14.20	18.90	22.10	
		(d)有效雨量%	100	92.50	85.80	81.10	77.90	

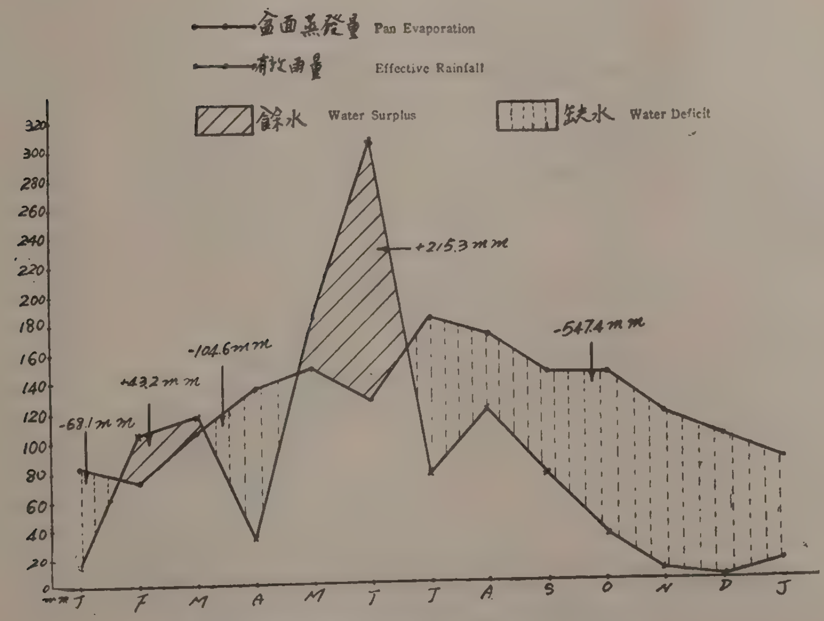
表(六) 台南之有效雨量及水分平衡

月份	1964 (1)	1964 (2)	1964 (3)	1964 (2)—(3)	1965 (1)	1965 (2)	1965 (3)	1965 (2)—(3)	1966 (1)	1966 (2)	1966 (3)	1966 (2)—(3)	1967 (1)	1967 (2)	1967 (3)	1967 (2)—(3)	1968 (1)	1968 (2)	1968 (3)	1968 (2)—(3)
1	74.0	66.9	64.6	+ 2.3	5.1	5.1	87.1	− 82.0	4.0	4.0	91.9	− 87.9	1.2	1.2	85.8	− 84.6	4.9	4.9	99.3	− 94.4
2	4.5	4.5	90.1	− 85.6	0.4	0.4	103.5	− 103.1	33.7	27.4	168.5	− 81.1	10.6	10.6	101.4	− 90.8	95.2	85.7	71.6	+ 14.1
3	8.7	8.7	105.6	− 96.9	0.8	0.8	151.2	− 150.4	81.6	69.0	140.9	− 71.9	5.4	5.4	145.5	− 140.1	131.0	90.5	118.5	− 28.04
4	0.0	0.0	168.3	− 168.3	30.6	26.8	160.4	− 133.6	31.6	25.6	151.6	− 126.0	117.8	85.4	136.8	− 51.4	8.0	8.0	145.4	− 137.4
5	166.6	124.7	173.6	− 48.9	80.9	53.7	178.7	− 125.0	401.9	108.6	156.0	− 47.4	204.3	100.3	163.8	− 63.5	127.4	97.0	154.6	− 57.6
6	309.1	172.7	134.4	+ 38.3	572.9	182.2	151.5	+ 30.7	525.5	166.9	118.5	+ 48.4	342.5	132.5	146.0	− 13.5	428.8	171.0	124.3	+ 46.7
7	81.7	78.0	160.9	− 82.9	192.4	124.3	142.7	− 18.4	341.1	177.9	142.3	+ 35.6	156.3	92.0	163.8	− 73.8	431.4	160.3	143.0	+ 17.3
8	135.4	92.1	134.3	− 42.2	571.1	117.4	138.4	− 21.0	160.8	94.3	153.5	− 59.2	285.6	130.3	138.8	− 8.5	303.7	146.0	142.7	+ 3.3
9	149.3	124.6	119.6	+ 5.0	18.1	16.9	134.6	− 117.7	93.8	77.5	132.6	− 55.1	6.7	6.7	132.2	− 125.5	210.3	78.7	125.7	− 47.0
10	8.8	8.8	95.7	− 86.9	1.1	1.1	120.2	− 119.1	0.0	0.0	120.7	− 120.7	21.2	19.8	111.3	− 91.5	72.3	46.8	132.7	− 85.9
11	1.0	1.0	86.4	− 85.4	67.9	51.4	90.5	− 39.1	14.8	13.5	86.7	− 73.1	11.7	11.7	80.5	− 68.8	0.5	0.5	110.5	− 110.0
12	0.0	0.0	88.4	− 88.4	0.0	0.0	94.3	− 94.3	0.0	0.0	70.6	− 70.6	0.3	0.3	86.4	− 86.1	0.0	0.0	101.2	− 101.2
合計	939.1	682.0 (73%)	1421.9	− 785.5 + 45.6	1541.3	580.1 (38%)	1553.1	− 1003.7 + 30.7	1688.8	764.8 (45%)	1473.8	− 793.0 + 84.0	1163.6	594.2 (51%)	1492.3	− 398.1 + 0.0	1813.5	889.4 (49%)	1469.5	− 661.5 + 81.4

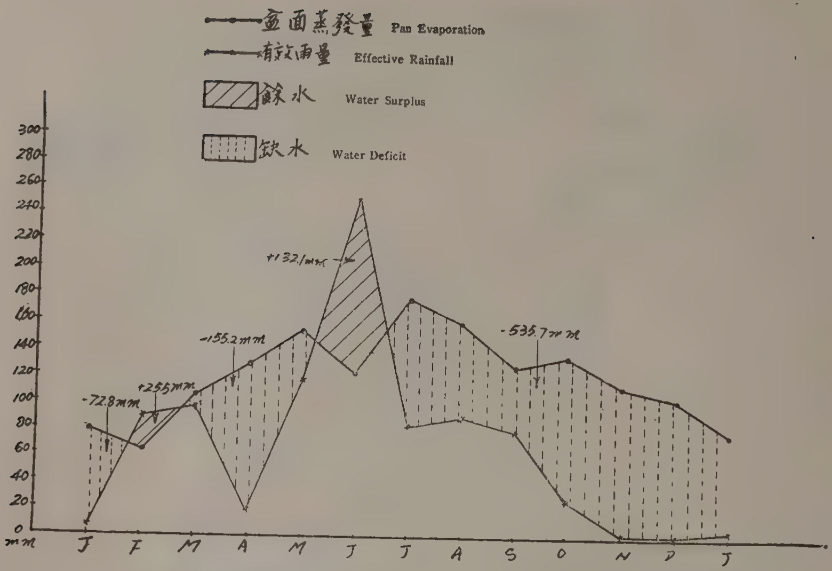
(1)＝降雨量mm， (2)＝有效雨量mm， (3)＝A型盆面蒸發量mm



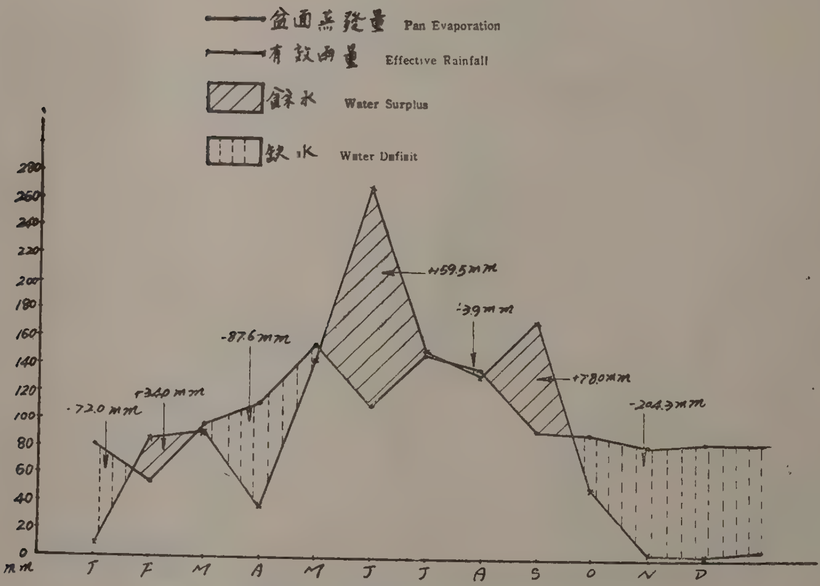
圖三. 台南之逐月水分平衡（1964 及 1968 五年平均）



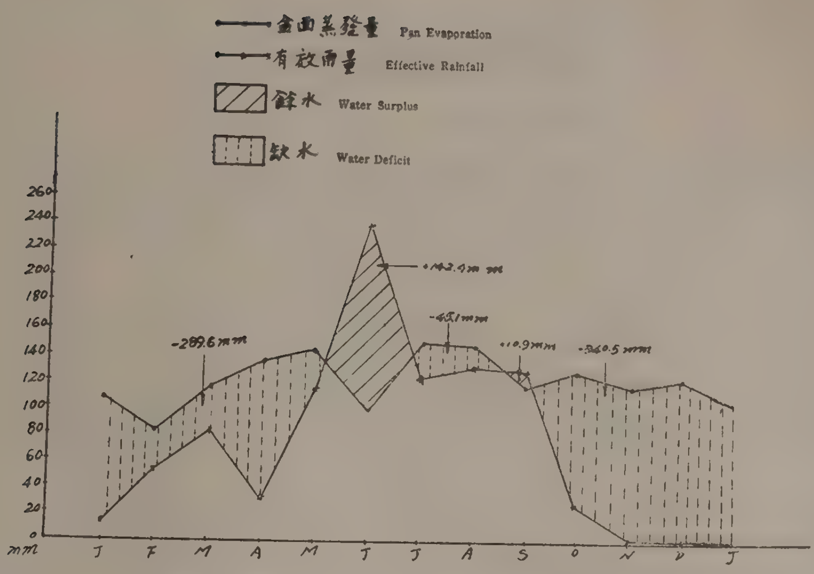
圖四. 台中之逐月水分平衡（1968 及 1969 年二年平均）



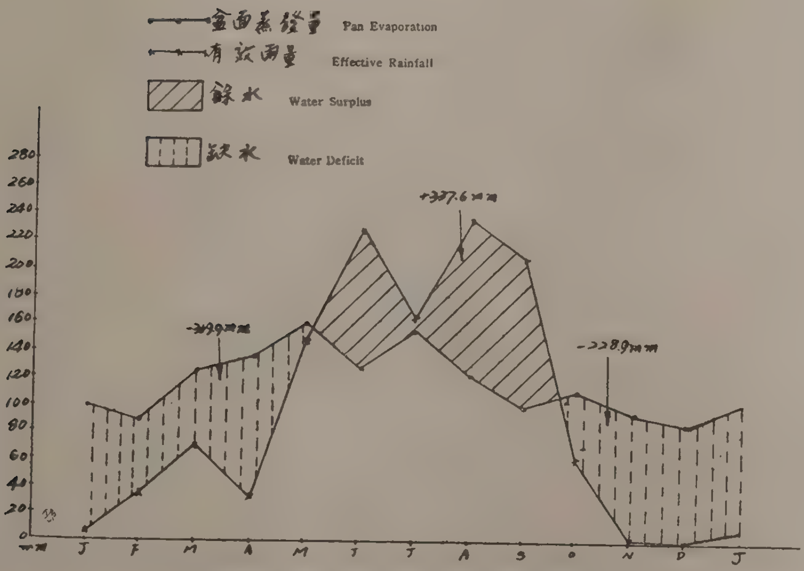
圖五. 虎尾之逐月水分平衡（1968 及 1969 二年平均）



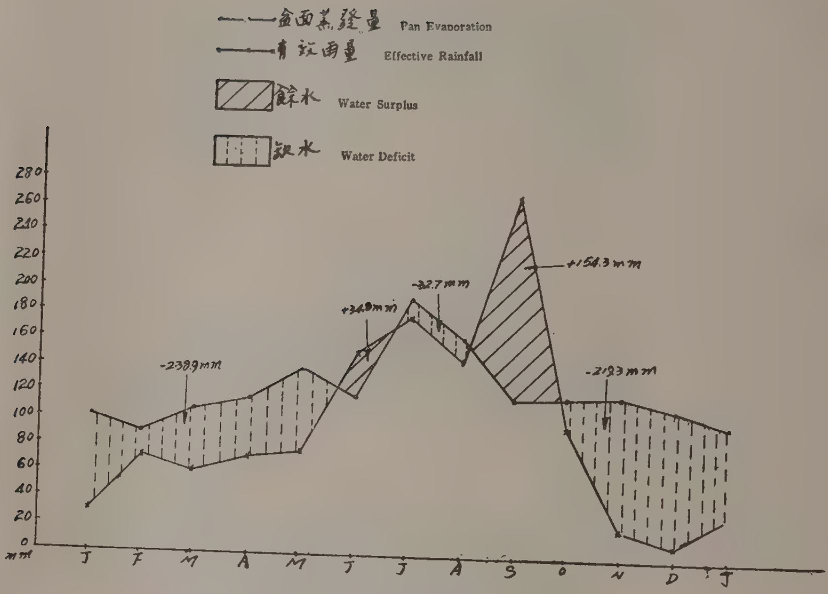
圖六. 大林之逐月水分平衡（1968 及 1969 二年平均）



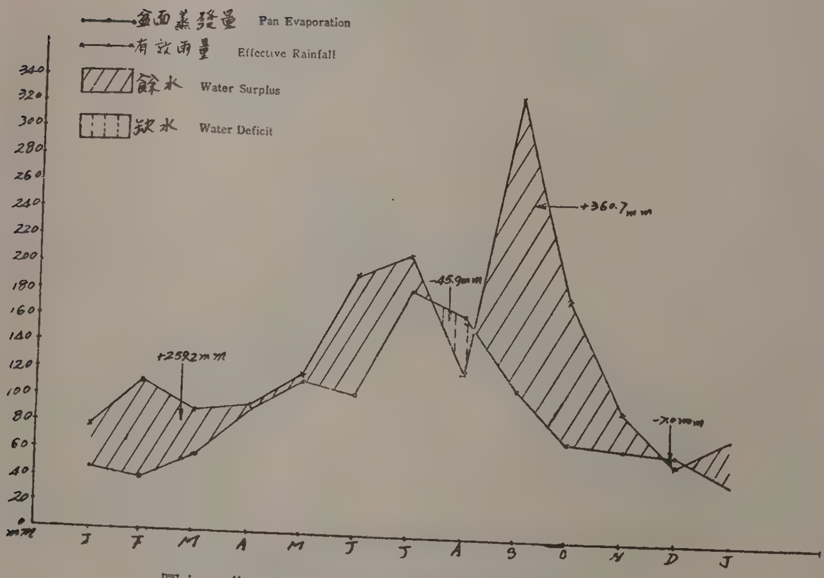
圖七. 新營之逐月水分平衡（1968 及 1969 二年平均）



圖八. 屏東之逐月水分平衡（1968 及 1969 二年平均）



圖九. 台東之逐月水分平衡（1968 及 1969 二年平均）



圖十. 花蓮之逐月水分平衡（1968 及 1969 二年平均）

四、討 論 及 結 論

由上述研究結果可得下列概念

(一) 在台灣以降雨分佈不均，且往往隨颱風而帶來豪雨，以雨量過大而過於密集，6—9月四個月內之降雨量常達年總降雨量之70—80 %，故有效雨量率甚低(4)(5)(8)(9)(10)。

(二) 黏壤土之有效雨量率高於砂壤土，砂壤土高於砂土，此乃由於黏壤土之滲漏量及逕流量高於砂土之故。

(三) 種植甘蔗者之有效雨量率高於不種植甘蔗之裸地，如降雨達40公厘以上時，裸露砂地之有效雨量率僅有 40 %，植蔗地可達 78 %左右。

(四) 據過去研究結果，台灣蔗田所需灌溉水量中，約有50-60%來自有效雨量(4)(5)(8)(9)(10)。

(五) 據台南五年之觀測，有三年之年有效雨量在 45—50 %。此與桃園大圳歷年平均估計有效雨量率 52.92 %及嘉南大圳 24 年平均估計有效雨量率 45 %均相近似。

(六) 以台南而言，以年降雨量不同而有效雨量率亦有差異，五年中以 1964 年之年降雨量 939.1 公厘爲最少，以降雨分佈極爲均勻，一次降亦不大，故年平均有效雨量率高達 73%。1965 年降雨量爲 1541.3 公厘，與歷年平均數相近似，但以六月及八月降雨量大而過於集中於短時期內，如六月降雨多至 572.9公厘，有效雨量僅爲 151.5 公厘，減除盆面蒸發量僅餘水 30.7公厘，八月降雨 571.1 公厘，有效雨量僅有 117 .4公厘，減除盆面蒸發量後全月反不足水量 21公厘，此均由於雨量過於集中致有效率極低，合計全年有效雨量僅有年降雨總量之 33 %。1966 年僅有六、七個月餘水 48.4 公厘及 35.6 公厘，而全年缺水 793 公厘，1967 年十二個月中無一個月有餘水，但以各月雨量分佈均勻，有效雨量率均高，故全年僅缺水 398.1 公厘，爲五年中缺水最少之一年，1968年降雨量雖多至 1813.5 公厘，但以月降雨量分佈較爲均勻，故年有效雨量率爲 49 %，尙高於總雨量較少之 1965 年，由上可知，有效雨量率高低，除與降雨量有關外，更與降雨之分佈密度有密切關係，在短期內降雨密集者，有效雨量率必低。

(七) 台中、虎尾、大林、新營四區均以五、六月餘水較多，各在 100公厘左右，台中虎尾大林二月亦各有餘水 25—43 公厘，此外各月均爲缺水，年缺水量均在 500—700 公厘之間，除五、六、二月可減少灌溉外，餘各月均須充分灌溉。

(八) 台南除六月餘水可減少灌溉外，其餘各月均須充分灌溉。

(九) 台東區除六月略有少量餘水外，以九月餘水較多，此或由於颱風均在九月發生之故，全年缺水亦在 500 公厘以上，除六月與九月可減少灌溉外，其餘各月均需灌溉。

(十) 台灣除北部地區有餘水外，以花蓮餘水最多，全年僅有八月缺水 50 公厘左右及十二月缺水數公厘外，四、五月間有效雨量及蒸發量幾近於平衡，其餘各月均爲餘水，故八月間似須行人工灌溉，十二、四、五月間亦可行少量灌溉。

(十一) 由上研究各地水分平衡結果，可知除北部地區及花蓮外，台東及西南部農產區域全年除六月餘水似不極需灌溉，尤以台南附近可謂幾乎全年各月均須灌溉，方可使農作物生長正常。

誌謝：本研究進行中承糖業試驗所農藝系研究助理王俊信、林再興、謝萬成三君多予協助，童文海技術師供給氣象有關資料並於文成後予以指正，均此敬誌謝意。

五、參 考 文 獻

1. 手島逸郎 .1943 . 蔗園＝於ケル降雨 . 滲透＝就テ . 台灣製糖株式會社研究所支所報告第二號.
2. 秦立德 .1965 . 有效雨量之研究 . 油印本.
3. 張灝 .1966. 台灣之降雨與農田灌溉. 台灣銀行季刊 17(3) :
4. 張灝 .1968 . 不同盆面蒸發量比灌溉標準與甘蔗產量之關係 . 糖試所研究彙報 47 : 37-54.
5. 張灝、王俊信 .1968 . 台灣甘蔗之蒸發散量與需水量 . 中華農學會報新 61 : 23—36.
6. Chang Jen-hu.1968. Climate and Cegriculture. Celdene Publishing Comqany.
7. Chang Hao .1968. The Effective of Different Pan Ratio for Controlling Irrigation of Sugarcane in Taiwan. ISSCT Proceedings., 13th Cengress.
8. Chang Hao .1968. Evaporation and Water Requirement of Sugarcane in Taiwan. ISSCT, Proceedings, 13th Congess.
9. Olivier Henry .1961. Irrigation and Climate, Edward Aernold Ltd., London. P231—237,
10. Wang Jen yu, and Gerald L. Barger.1967. Bibliography of Agricultural meteorology. University of Wisconsin Press.

改善甘蔗宿根連作栽培環境之研討[1]

（F146秋新植—原料宿根）

包　　敦　　樸[2]

摘　　　　　要

經三作連續甘蔗宿根成績分析顯示，凡在試驗組合中，有灌溉配合重肥施用者，蔗糖產量顯然高過於有灌溉之輕肥施用區，約增 9.5 %，超過有灌溉之中肥用量者約增 5 %，顯見有灌溉蔗園如能考慮增多適當施肥量時，將有利於產量之增加；否則蔗田加施肥料與增產無補。

一、試驗設計之背景與目標

在現階段公司實施自營農場四年增產計劃方案中(56/57—60/61)[8]，宿根面積佔有相當分量，在 59/60 年期必須達成 17487 公頃，將佔自營農場栽培面積約計 50 %弱，單位面積產量須要提高至八萬公斤以上，方可達成四年後自營農場 40 萬噸之增產目標糖量。但據 51／52 與 53／54 年期公司實收宿根平均產量，大都徘徊在 5—6 萬公斤之間[7]，造成宿根產量空前未有之低潮；因此各方紛紛開始探討甘蔗宿根產量歉收原因之安在？ 或謂品種間之差別， 或謂土壤毒素之積聚或謂病虫害之侵襲， 現正由各有關部門舉辦試驗求證中， 然就本試驗而言，則從另一角度，改善宿根栽培環境因素[9,10,16,2]，例如(1)宿根蔗田土壤含水量(2)宿根低溫期，地溫之變化，(3)土壤生產潛力之補充， 探討其可能發生歉收之原因， 將有助於宿根產量之提高，達成自營農場四年之增產目標，是屬當務之急，故有本試驗之提出。

本試驗係屬三年期長期性之「改善宿根甘蔗連作栽培環境之研究」，計劃秋新植一作，連續宿根三次，供作長期連作之研究， 對試驗結果方具意義。故在本試驗之年度計劃中： (1)秋新植於 55 年 8 月種植， 56 年 12 月採收；(2)第一次宿根於 56 年 12 處理， 57 年 12 月採收；(3)第二次宿根於 57 年 12 月處理， 58 年 12 月採收；(4)第三次宿根於 58 年 12 月處理，59 年 12 月採收。以上均針對三大宿根結癥，舉辦綜合改善宿根環境之栽培試驗。 實施土壤必要之深耕， 給

(1)臺灣糖業試驗所審定發表論文第 R2—144 號。

(2)本所農藝系主任。

(2)本文於60年 8 月 4 日收到。

予充分灌溉 [1.6]，並增施肥料施用量 [2]，發揮土壤綜合生產潛力，另再行蔗田覆蓋 [5.12.16.13]，增強土壤保水力，調節土温， 促進蔗頭活芽迅速萌發；提高宿根發芽率，以利增產， 是爲本試驗之鵠的。

二、試驗執行經過

1. 田間佈置：

本試驗設置在本所農場南二東六地號砂壤土舉行， 以 F146 爲供試品種， 茲爲便於試區灌溉起見，採用 2×2×3 之複式裂區設計， 分設灌溉與不灌溉爲兩大主區， 又將枯葉覆蓋與不覆蓋（Ck）爲兩副區，三種不同肥料施用量爲三個小副區，亦即爲「試驗單位」， 全試驗重複六次，小區行長八公尺，行距 1.25 公尺，每小區八行，小區面積＝1.25m×8m×8＝80m²，主區灌溉面積爲 80m² × 36 小區＝2880m²，全試驗區淨面積共須 5760m²。新植時每行種植雙芽苗 20 本，株距爲 0.4公尺，折算每公頃用苗量 20,000 雙苗，於 55 年 8 月 23 日放種，56年 12月 20 日採收，三次宿根處理均按照上述年度計劃進行，已於 59 年 12 月採收完畢。

2. 工作執行情形：

本試驗設計，非但考慮宿根蔗園栽培環境之改善， 同時在新植時， 就準備好新植的共同栽培改善項目，均依據以往試驗增產之有效法則， 作爲改善新植栽培之共同操作， 但不另設處理比較。本試驗之新植整地，犁深 40—45 公分，縱橫各犁翻一次，土面實施精細整平，犂耙各兩次，達到田面平坦，不積水而又不妨碍排水爲準，植溝深度，較一般植蔗溝加深 20—25 公分爲準，不培土，施用殺草劑代替人工除草。以上各項操作所需時間，每公頃約須 8 個工作天，新植收量已於 56 年 12 月 20 日採收，單位面積平均收量爲 14 萬公斤，較過去十數年來之平均產量增加一倍（農場課記錄）。由此可見深耕整地對增產功效之宏大。

宿根部份，第一次宿根於 56 年 12 月 22 日開始處理， 12 月 28 日試驗區全面灌水一次， 12 月 30 日—57 年 1 月 3 日行切頭（深度爲 3—4 寸），開根，施肥等操作。氮、磷、鉀用量標準如下規定：

(1) 標準用量：N：P：K＝150：75：75 ……………………………一級

(2) 加 ½（標準用量）：N：P：K＝225： 112： 112 …………二級

(3) 加 2 （標準用量）：N：P：K＝300：150：150 ……………三級

施用方法，第一次開根後，即行施用 ½ 氮肥與 P.K. 全量混合施用。又於 57 年 6 月 18 日各處理追施剩餘之 ½ 氮肥用量。蔗葉覆蓋處理，於 12 月 28 日完成，覆蓋厚度以 10—15 公分爲準，將蔗葉覆蓋於宿根畦上及行間，但在蔗頭萌芽處， 盡可能將其暴露，以免壓蓋遮蔽， 妨碍發芽。灌溉處理， 分設不灌溉處理（ CK ）與灌溉處理兩種， 灌溉起點， 在甘蔗宿根萌芽時期 1—2 個月內，以土壤有效水份保持在 70 % 以上爲準 [1.6]，在生育期間以土壤有效水份經常保持 50 % 以上爲準 [1.6]，用石膏塊與土壤水份稱重分析相互對照處理之， 每隔七天測定一次， 決定其是否需要灌水。但由於本年期春夏雨水調和，灌溉區僅增三次（3/18，4/23，5/14）而其中覆蓋蔗葉者祗有兩次（3/18，4/23）。

第二次宿根當在第一次宿根採收後， 接着進行第二次宿根處理，首先全面灌溉一次， 促使土壤鬆軟，便於宿根處理操作，統於 58 年 1 月 3—4 日全部完竣；蔗葉覆蓋於 58年 1月 4—5 日

處理完畢，殺草劑於58年11月6日噴施1次，已可有效控制什草，節省除草工資甚多；施肥處理在宿根甘蔗開根後，按照第一次宿根施用量爲準，以½氮肥與P.K全量混施作基肥，尙餘⅔氮肥，於6月中旬一次用作追肥；灌溉處理按照第一次宿根訂定之土壤水份標準，進行灌溉，本試驗除在57年12月26日全面灌溉一次外，另於58年3月17日，5月12日，7月14日，分別於灌溉區增灌各一次。

第三次宿根，連接第二次宿根採收後；於58年12月24日實施全面灌溉一次，接着切頭，開根，施放基肥，覆蓋蔗葉等工作，統於59年1月6日全部告成；在甘蔗生育期間，噴施殺草劑兩次，（59年1月15日與59年5月12日）；灌溉區增加灌溉三次（59／2／13，59／6／10，59／11／26）；施追肥於59年5月13日完成。

三、宿根甘蔗萌芽成績分析檢討

本試驗開始宿根處理後；每隔7—10天調查一次，以兩個月爲發芽調查限期，每一小區調查中間4行（新植時種80個苗）；凡蔗芽萌發露出地面者，一律算爲發芽，計其「發芽數」與「發芽株數」並求出各次宿根之最後一次調查得之萌芽株數百分率，用以比較處理間之「發芽勢」；再進行測定各處理間發芽所需之平均日數，藉可表示其發芽速度之快慢。茲將各次宿根萌芽調查成績及分析結果，檢討其得失於后：

表1. F146三次宿根不同處理間萌芽成績分析比較表

宿根次數（最後調查日期）	項目	灌溉×覆蓋	灌溉×不覆蓋	不灌溉×覆蓋	不灌溉×不覆蓋	備註
第一次宿根 (57/2/16)	萌芽數	227(88)	247(96)	227(88)	256(100)	57.1.11 ↓ 57.2.16 調查5次
	萌芽株數	67	71	68	70	
	萌芽株數率	84.65	88.79	85.28	87.91	
	每株平均萌芽數	3.33	3.63	3.33	3.65	
	平均發芽日數(速度)	29.2	27.6	29.2	29.8	
第二次宿根 (58/1/27)	萌芽數	228(78)	273(94)	248(85)	291(100)	58.1.21 ↓ 58.1.27 調查2次
	萌芽株數	69	70	70	71	
	萌芽株數率	87.3	87.5	87.5	89.8	
	每株平均萌芽數	3.33	3.90	3.54	4.07	
	平均發芽日數(速度)	24	24	23.5	23	
第三次宿根 (59/2/2)	萌芽數	205(85)	244(102)	241(100.8)	239(100)	59.1.26 ↓ 59.2. 2 調查2次
	萌芽株數	57	60	60	61	
	萌芽株數率	70.1	70.5	70.5	70.6	
	每株平均萌芽數	3.57	4.08	3.97	3.88	
	平均發芽日數(速度)	26.8	26.4	26.0	25.5	

1. 表1.由三個年期三次宿根萌芽調查分析成績觀之，第一次宿根（57年1月至2月）由於寒流經常襲擊本省，各地氣溫普遍下降，在地温調查紀錄中顯示，平均在16°C左右，影響萌芽迅度減慢，平均所需發芽日數27—29天，萌發株數率平均爲86%。第二次宿根，冬季氣温較高，平均在20°C以上，已接近萌芽活動之開始温度，萌發顯得較第一次宿根爲迅速，平均所需發芽日數爲23—24日，萌芽株數率提高爲88%。第三次宿根調查，冬季萌芽平均亦高達20°C左右，與第二次宿根極相近似，平均發芽所需日數（25—26天）亦很接近，但發芽株數率，較以前兩次宿根爲降低（70%左右），但每株之平均萌芽數則未見落後。查考其原因，乃由於表1中顯示之結果，或因增多宿根次數；有可能影響萌芽株數之減少，好在第三次宿根，當年氣候適宜，總萌發芽數並未因萌芽株數減少而受到影響，致每株之平均萌芽數在各次宿根中，仍甚相接近。綜上分析結果說明，原料宿根甘蔗萌芽之良否，似乎受下列兩種情况所控制：

⑴ 受各年期冬季（1—2月）氣温之變動 (9,1)，可影響萌芽速度之快慢與萌芽株數之多寡，有所出入，在低温乾燥，可嚴重影響延緩發芽時日，而發芽勢亦見低落，萌芽参差不齊。

⑵ 除此之外，另一因素由於繼續宿根次數增多，發芽有延緩或降低之可能（見表1），此或可說明連作宿根次數增多，對甘蔗生育環境逐年變壞 (9,2)，蔗頭老化，活芽減少，病虫爲害增多，土壤毒素增加積聚，均可影響蔗頭發芽株數率降低，缺株提高。

2. 在表1.三年期之不同宿根處理間，對萌芽影響，差異並不太顯明，實由於每當甘蔗收穫後，宿根蔗頭多行全面充分灌溉一次，故在甘蔗萌芽時期內，對灌溉有無處理，實無區分。至於蔗園覆蓋枯葉，在冬季（1—2月）調查其地温變化，與不覆蓋者並無區分。檢討三年期地温對宿根萌芽之實況，總計其成績於后：

表2. 三年期覆蓋與否，地温影響宿根萌芽之綜合分析

覆蓋有無	年期	地温(1—2月)	平均發芽株數率	平均發芽速度(日數)
有覆蓋	57	16°C	84.96%	29.2
	58	20.4°C	87.36%	23.8
	59	20.0°C	70.30%	26.4
平均		(18.8°C)	(80.87%)	(26.5)
不覆蓋	57	17°C	88.35%	28.7
	58	20.9°C	88.65%	23.5
	59	20.8°C	70.50%	25.9
平均		(19.7°C)	(82.5%)	(26.03)

⑴ 蔗葉覆蓋能否提高冬季土壤温度，在表2中，經三年調查資料中顯示，冬季蔗園宿根覆蓋枯葉，並不能促使地温之升高；覆蓋有無處理，並不影響宿根萌芽株數與平均發芽速度有所差別。但覆蓋區保水時間較長 (12,16,13)，可節省灌溉次數，降低生產成本，是其唯一優點。……

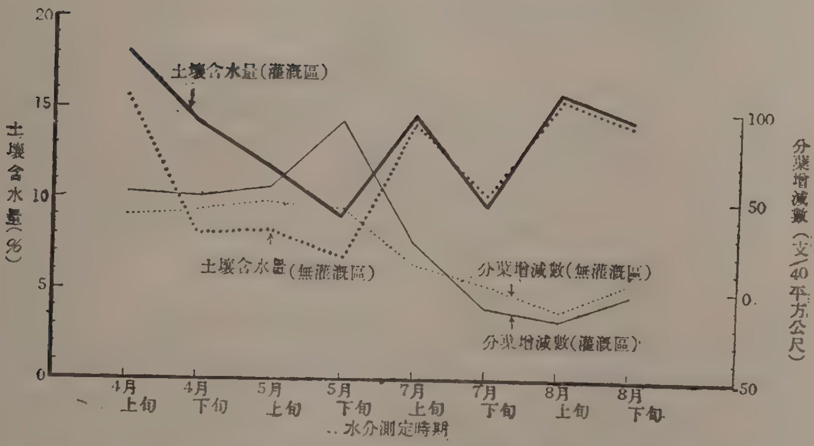
紋原料甘蔗在冬季宿根，常可遭遇低溫降至 20°C 以下，土壤中含水量雖很豐富，仍不能促使甘蔗迅速萌芽，因地溫太低受到強烈之限制。

(2) 由表 2 顯示，蔗園經枯葉覆蓋，地溫變化較不覆蓋對照區，平均降低一度，其原因，覆蓋區經蔗葉隔離陽光與地面之直射，地溫因而降低；在不覆蓋區陽光得能直射地面，地溫升高，影響萌芽與初期分蘗均爲有利。尙有另一原因，宿根初期，蔗頭與萌發幼蔗，常受覆蓋遮蔭影響，萌芽株數降低，有碍分蘗之減少，似可考慮改用塑膠布代替枯葉覆蓋，有利於地溫之提高（3—4。C），提早萌芽與促進分蘗。故在本省中北部蔗作地區，冬季低溫植蔗或宿根時，可考慮塑膠布覆蓋 (3,4,5,15)，將有利於單位面積增產。

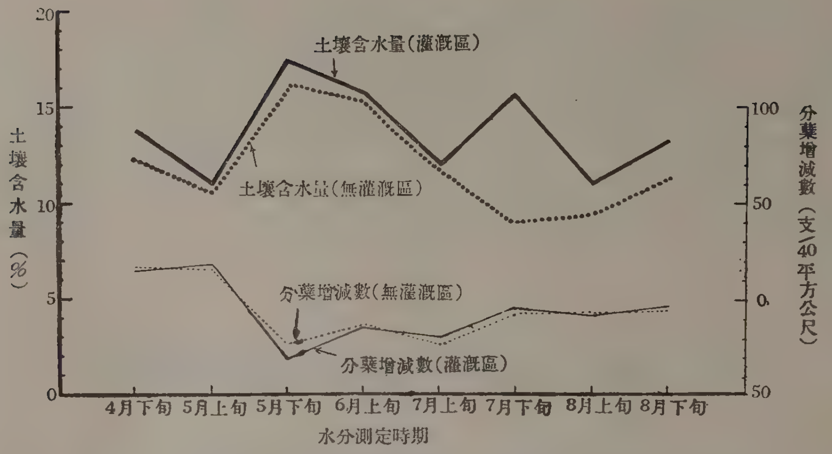
四、宿根甘蔗生育與土壤水分曲線關係探討

本試驗各處理生育調查之規定項目，計有「分蘗莖數」與「莖高伸長量」兩項，統行計數測定，自 57/58 年期開始至 59/60 年期止，共獲得三作調查成績。每隔 15 天調查各處理間分蘗莖數之消長與莖長伸長量之多寡，並與各該時期土壤水分變化相對照，尋找宿根豐凶原因之安在。

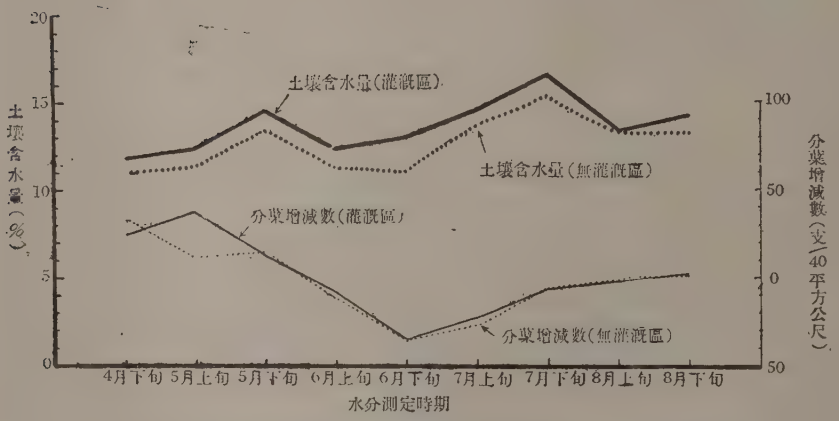
1. 三年期不同處理宿根甘蔗分蘗消長比較。



圖一、 57／58年期第一次宿根甘蔗生育期間不同處理土壤水分與分蘗變化關係圖



圖二、 58／59年期第二次宿根甘蔗生育期間不同處理土壤水分與分蘖變化關係圖



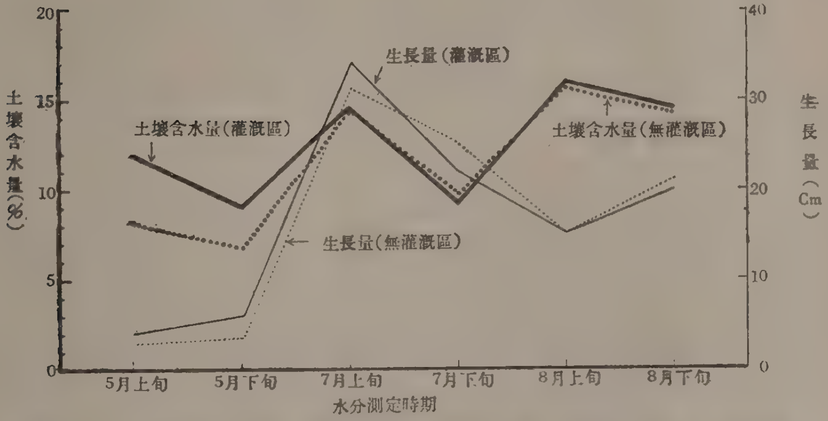
圖三、 59／60年期第三次宿根甘蔗生育期間不同處理土壤水分與分蘖變化關係圖

由圖示 1.2.3 三個年期宿根分蘖消長之趨勢，無論灌漑與否， 在 5 月雨季未降臨以前，各處理之分蘖數已到達顚峯狀態， 其中尤以灌漑處理較不灌漑最爲明顯。 前者因土壤水量特別豐富（見圖 1 土壤水分曲線）增多分蘖之功效亦特別明顯。5 月以後，灌漑與否對分蘖消長均有下降趨勢。在第一次宿根時，進入 7—8 月雨季時，灌漑與否對土壤含水分情況已無區別， 分蘖多寡，亦無顯明區別。但在後期雨季， 無灌漑區白露筍分蘖增加， 有灌漑區反以枯死莖數提高遜色，造成兩者間後期分蘖莖數差異之不顯， 因此在圖中顯示出兩條接近平行之分蘖曲線。 第二次宿根，在春末夏初之際，氣温漸見升高， 雨水分佈亦見均勻（見圖 2 土壤水分曲線）， 灌漑有無並不能影響分蘖多寡發生顯著差別；直到後期 7 月少雨， 灌漑處理可增多土壤含水量， 分

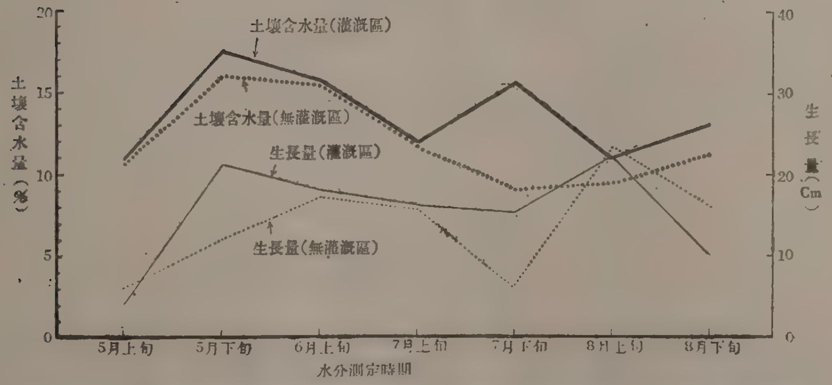
葉數乃稍見增加；無灌溉區，土壤含水量降低，分蘗數因之而略見遜色；8,9兩月連續發生三次颱風影響，土壤含水量充沛，灌溉處理功效消失，兩者分蘗消長曲線幾乎合而爲一（見圖2）。第三次宿根在6月份以前，氣候乾燥，土壤含水量降低，（見圖3土壤含水量）無灌溉區分蘗數銳減；7月進入雨季，土壤含水量提高，灌溉有無處理效應已不存在，分蘗數並無差異，但因無灌溉區因白露筍分蘗急增，影響灌溉區分蘗數相對減少，造成兩者間分蘗數差距之縮小。

綜上三個年期分蘗消長分析觀之，吾人藉可獲知三次宿根甘蔗灌溉處理之有無，確能影響分蘗數多寡有別[1,6]。故在宿根甘蔗生育期中，如能增加灌溉用水量，經常能維持土壤中適當含水量，將可有助於原料莖數之增加，有利於單位面積產量之提高。

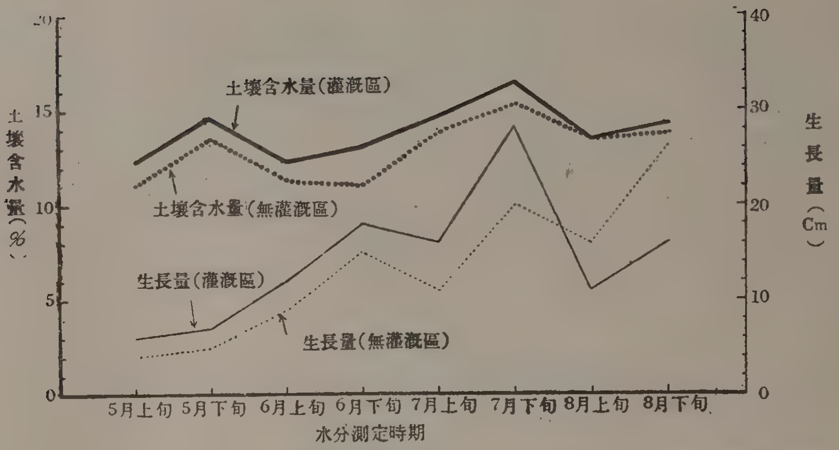
2. 三年期不同處理宿根甘蔗莖高伸長差異比較



圖四、 57／58年期第一次宿根甘蔗生育期間不同處理土壤水分與莖長「伸長量」變化關係圖



圖五、 58／59年期第二次宿根甘蔗生育期間不同處理土壤水分與莖長「伸長量」變化關係圖



圖六、 59／60年期第三次宿根甘蔗生育期間不同處理土壤水分與莖長「伸長量」變化關係圖

圖示 4.5.6，三個年期各次宿根灌漑有無，影響甘蔗莖高伸長量之變異，經自每年 5 月開始調查，每隔 15 天，測定處理間莖高伸長量一次， 繼續至 8 月結束。 由圖 4 第一次宿根時，5 月氣溫已漸升高，而雨量仍然稀少， 土壤含水量減少，故凡實行灌漑者（不論覆蓋與否）， 在每一時期所測得之甘蔗「伸長量」顯然大於無灌漑區；7 月以後，雨水充沛，土壤含水量豐富，灌漑效果消失而莖高伸長量差異縮小。在圖 5. 第二次宿根時，由於 5 月與 7 月受到兩次旱災影響，無灌漑區， 土壤含水量大爲降低， 而有灌漑區適得其反（見圖 5 之含水量曲線）， 因此前者甘蔗「伸長量」減少而後者增多， 造成兩個差異幅度較大之尖峯曲線， 益顯灌漑效果之宏大，在圖 6 第三次宿根，由於當年春夏之際，雨季延緩到來，（7 月下旬開始降雨），故在7 月中旬以前，灌漑效果宏大， 土壤含水量增多而甘蔗莖高伸長量亦見增大；無灌漑區， 因土壤含水量降低，「伸長量」亦隨之而低落，兩相對照，極爲吻合；8 月上旬雨水增多，灌漑有無處理對土壤含水量幾無差異（見圖 6 水分曲線）， 兩者之「伸長量」差異無多， （反以灌漑區爲少）。

根據以上三年來調查資料推考，宿根甘蔗在生育期間，若能實施有效灌漑，維持土壤適當水份（尤以在生育旺盛期間 5—8 月），可影響莖長「伸長量」之大 幅增加，裨益增產，因此吾人確信宿根甘蔗產量之能否提高，端視灌漑用水之是否充沛， 設能給予充分灌漑條件，[1,6,2] 再行考慮肥料施用量之增加，更能發揮其增產潛力，提高單位收量似無不可。

五、甘蔗宿根產量成績分析研判

本試驗自 57／58—59／60 三個年期，共收穫三作成績， 除逐年個別分析處理間差別顯著性外，並測驗三作試驗機誤變量之是否屬「同質性」， 供作綜合變量分析之依據。 茲就「蔗產量」與「糖產量」分析其結果於后：

1. 甘蔗三作宿根成績變量分析：

表3. 三作宿根成績個別變量分析表

變因	D.F	蔗產量 第一年宿根 變量	F	第二年宿根 變量	F	第三年宿根 變量	F	糖產量 第一年宿根 變量	F	第二年宿根 變量	F	第三年宿根 變量	F
區集 (B)	5	3119.95		2785.65		928.95		63.28		34.02		17.51	
灌溉 (I)	1	10105.68	3.23	14620.50	52.63**	21597.34	13.06*	68.83	1.39	171.43	8.22*	245.31	6.92*
機誤 (a)	5	3126.58		277.86		1653.53		49.59		20.89		35.44	
覆蓋 (C)	1	6981.68		555.55	2.71	506.68		102.72	13.37ΔΔ	3.60		3.87	
I × C	1	4005.12	7.32Δ	1942.72	9.49*	4496.68	7.18#	47.36	6.17*	22.33	1.24	0.30	
機誤 (b)	10	954.40		204.80		625.84		7.68		17.94		4.94	
肥料 (F)	2	4044.87	5.63**	1424.05	1.42	5970.79	3.94*	41.47	3.53*	9.03		94.95	2.95
F × I	2	1258.37	1.75	445.16		215.43		3.08		3.85		29.41	
F × C	2	202.18		501.38		451.93		10.62		5.00		10.28	
F × I × C	2	1031.37	1.43	864.38		10.01		31.30	2.66	9.29		12.38	
機誤 (C)	40	719.10		1003.51		1517.09		11.75		15.12		32.38	

上表經三作個別F值測定結果，參試單項處理，如灌溉有無，在三個年期中，以第2.3兩個年期，分析蔗產量與糖產量爲顯著，第一年期爲不顯著；「覆蓋」有無，獲得反效果，僅有一年期顯著，兩個年期不顯著；「肥料」用量在第1,3兩個年期爲顯著，第2個年期不顯著。連應項僅「灌溉」×「覆蓋」一項，有兩個年期（2,3年期）顯著，第一個年期不顯著；其餘各項連應統不顯著。今就三個年期進行機差「同質性」測驗如后：

2. 三作宿根甘蔗試驗機差「同質性」測驗：

表4. 三年期蔗產量試驗機差均方同質性測驗

年期	S^2i	Loge si^2	Ni Si^2	Niloge Si^2	X^2 值
第一作	719.1027	6.5779	28764,111	263,118	
第二作	1003.5166	6.9112	40140,666	276,448	
第三作	1517.0916	7.3245	60,683,666	292,982	
	—	—	129,588.4443	832.5500	5,538（同質）

表5.　三作糖產量試驗機差均方同質性測驗

年　　期	S^2i	Loge Si^2	Ni Si^2	Niloge Si^2	X^2 值
第　一　作	11.7506	2.4639	470.0255	98.5575	
第　二　作	15.1222	2.7161	604.8899	108.6460	
第　三　作	32.3860	3.4777	1295.5200	139.1115	
			2370.4355	346.3150	1,669 (同質)

經同質性測驗結果，三個年期蔗產量或糖產量之「試驗機誤」， 均屬同質性， 可進行綜合分析，比較處理間之差異顯著性如下表。

3.　**甘蔗宿根三作成績綜合分析：**

表6.　甘蔗宿根成績綜合變量分析表

變　　因	D. T.	蔗產量		糖產量	
		變　量	F　值	變　量	F　值
區　集　(B)	5	3750.38		51.83	
年　期　(Y)	2	70,214.86	** 45.53	720.87	** 22.89
機　誤　(a)	10	1542.09		31.49	
處理(灌漑、覆蓋)	3	18,616.35	** 17.40	173.34	** 9.40
年期×處理	6	1493.81		24.29	1.32
機　誤　(b)	45	1069.79		18.43	
肥　料　(F)	2	10,309.40	** 9.93	119.71	** 6.06
年期×肥料	4	565.15		12.87	
處理×肥料	6	631.32		11.82	
年期×肥料×處理	12	514.45		13.92	
機　誤　(C)	215	1038.23		19.75	

(1)　**單項參試處理比較：**

由三年期甘蔗宿根成績綜合分析觀之，年期別，處理別（灌漑＋覆蓋）及肥料施用量等三項之F值，均達高度顯著標點， 茲分別就三個年期綜合各年成績比較處理間差別之得失， 供作改進宿根增產上之參考。

表7. 年期別間效應顯著性分析表

蔗莖收量 (kg)				蔗糖收量 (kg)			
年期別	小區總收量	效	應	年期別	小區總收量	效	應
第二年宿根(y_2)	19844			第二年宿根(y_2)	2210.9		
第一年宿根(y_1)	23385	3541**		第三年宿根(y_3)	2311.1	0.2	
第三年宿根(y_3)	24015	4171**	630	第一年宿根(y_1)	2705.6	394.7**	394.5**
L. S. D	P=0.05	1049.91				150.0	
	P=0.01	1493.34				213.4	

表8. 處理間（灌溉＋覆蓋）應效顯著性分析表

處理	蔗莖收量 (kg)				蔗糖收量 (kg)			
	小區總收量	效		應	小區總收量	效		應
T_4 （不灌溉＋不覆蓋）	15739				1740.8			
T_3 （不灌溉＋覆蓋）	16320	581			1765.8	25.0		
T_1 （灌溉＋覆蓋）	17143	1404**	823**		1871.4	130.6**	105.6*	
T_2 （灌溉＋不覆蓋）	18042	2303**	1722**	899*	1949.6	208.8**	183.8**	28.2
L. S. D P＝0.05			693.75				89.9	
L. S. D P＝0.01			914.35				120.0	

表9. 肥料施用量間效應顯著性分析表

	蔗莖收量 (kg)			蔗糖收量 (kg)		
	小區總收量	效	應	小區總收量	效	應
F_1	21420			2341.4		
F_2	22896	1476**		2462.3	120.9*	
F_3	22928	1508**	32	2523.9	182.5**	61.6
L. S. D P＝0.05		765.59			105.6	
L. S. D P＝0.01		1012.28			139.6	

經上各單項效應顯著性測驗結果，茲有下列三點事實可供參考。由於宿根甘蔗環境因素之改變，[9,10,1,6,2]可影響產量之升高或低落，在本試驗中即可說明之，或因宿根年期不同，或因灌溉有無，或因肥料用量多寡，都足以影響單位產量之豐凶。茲就三項結果分別說明於后：

a. **年期別**：由於各年期氣候環境變化不同，三次宿根成績亦顯然不同。第三次宿根（59／60）由於氣温較高，雨量充裕，有利於甘蔗萌芽與生長，兼在成熟時期又無颱風肆虐，蔗產量竟可駕臨於第一、二兩次宿根以上，但因後期氣温太高，雨水又多，步留降低，總產糖量仍較一次宿根減少約13％而仍能平第二次宿根。綜觀三作宿根蔗產量成績，其中第二次宿根，特別顯得低落者，乃由於該年期8—9月間連續遭遇三次颱風襲擊，收穫枯死莖增加而影響收量降低。

b. **處理別**：（灌溉＋覆蓋）：[9,10,1,6]灌溉配合覆蓋與否（T_1與T_2）對增產效果顯然超過無灌溉區（T_3與T_4）。因在無灌溉而又在不覆蓋情況下，土壤含水量消失最多而快速，但在有灌溉而又有覆蓋者，土壤含水量消失較緩慢，保水力強，足可影響三個年期之宿根總成績，以後者勝於前者。由此觀之，覆蓋處理僅有改善土壤保水環境之功效，[12,16,13,11]而灌溉用水之有無，似乎可主宰宿根產量之豐凶關係極大。查本省目前蔗田環境，大部份地區，或因水源無着，或因水量不足，宿根產量之豐凶，任由「天候」所主宰，人力尚無法抗衡，因此常可造成所謂「年成」好壞之不穩局面；是可說「水」為唯一之重要因子。

c. **施肥用量別**：[2,14]由三次宿根綜合分析成績觀之，雖以重肥（F_3），N：P_2O_5：K_2O＝300：150：150增產值最大，但與中等施用量（F_2），N：P_2O_5：K_2O＝225：112：112差異值，並不顯著，似可說明本試驗之肥料施用量，以中等施肥量為適合，已可達顯著增產之目標，不必過多肥料用量，是為有利之圖。故對一般宿根蔗田施肥量之得當與否，最好依據土壤調査，植體分析，肥力測定三者綜合探討定奪之，是屬上策，既可撙節開支，又可提高單位收量。

⑵ **「灌溉×肥料」連應間關係比較：**

本項目測定之目的係在增加土壤含水量情況下，對增施肥料之效應比較，易言之，即灌溉用水量與增施肥料量間之關係是也。茲就同一灌溉處理配合三種不同肥料用量（F_1 F_2 F_3）比較其差異顯著性如下表：

表10.1 在同一灌溉處理下，配合三種不同施肥量（F_1 F_2 F_3）差異顯著性測定表。

表10.1　蔗產量分析

處　理	總收量	指數	效	應	處　理	總收量	指數	效	應
灌溉×輕肥	5586	100			無灌溉×輕肥	5125	100		
灌溉×中肥	5978	107	392*		無灌溉×中肥	5471	106.7	346	
灌溉×重肥	6030	108	444*	52	無灌溉×重肥	5435	106	310	36
L. S. D：	P＝0.05		382.79					382.79	
	P＝0.01		506.14					506.14	

表10.2　糖產量分析

處理	總收量	指數	效	應	處理	總收量	指數	效	應
灌溉×輕肥	608.45	100			無灌溉×輕肥	562.25	100		
灌溉×中肥	635.75	104.4	27.30		無灌溉×中肥	595.40	105.8	33.15	
灌溉×重肥	666.30	109.5	57.85*	30.55	無灌溉×重肥	595.65	105.9	33.40	0.25
L. S. D.	P＝0.05		52.8					52.8	
	P＝0.01		69.8					69.8	

上表「灌溉×肥料」連應間，經顯著性分析指出，在同一灌溉區，配合三種不同肥料用量，所顯示出「蔗產量」與「糖產量」指數，都以施肥量增多者（重肥）增產指數亦見升高，其中尤以產糖指數，重肥區比輕肥區增產效能可高達9.5%，差異為顯著，而中肥區較輕肥區僅可增產4.4%，差異不顯著。反觀無灌溉區，施用不同肥料量間，對增產反應不大，差異亦不顯著，尤以施用重肥用量，並不能因之而有大幅增產之功效，其效果僅與中等肥料量相同。再就整個資料分析比較，灌溉區增產指數要較無灌溉區可增產糖量約在8—12%之間，因此由於灌溉而增施肥料，可造成「產量基數」之增大，(1.6.14)非無灌溉所能及也。諸如以上分析說明，宿根蔗田增產須要「灌溉」，除可直接影響宿根初期之萌芽率，與生育期中之分蘖數及莖長伸長增多外，簡接還可影響產糖量之提高，遠比冬季「低溫」之限制宿根萌發因子更為重要。因此灌溉用水量，恐為蔗田宿根增產之最大瓶頸因子。設能開發水源，充裕灌溉供水量，先行打破瓶頸因子，再行提高肥料用量，宿根連作減產，將可獲得改善，已在本試驗三次連續宿根成績中獲致答案。

六、綜合檢討結論

本結論係綜合三個年期連續宿根成績檢討所得：自民國57年底開始迄今，連續三作試驗之處理方法中均設置有覆蓋枯葉，灌溉用水，與不同肥料施用量等；配合成12種組合處理。目的在保持土壤肥力，改善土壤含水量，提高生產。今由三個年期成績看來，各年期所得結果，大致頗為一致。茲將下列各點綜合結論，提示於后：

1.　宿根萌率之高低與快慢，常受當年期氣溫暖冷有關(9.10)，在第一次宿根萌芽期間，經常遭受寒流襲擊，1—2月之平均氣溫僅在16°C左右；第二、三次宿根萌芽期間，氣溫較高，約在20°C左右，前者影響發芽緩慢，而後者則較迅速。但欲藉覆蓋甘蔗枯葉，提高發芽期間之地溫，促進其迅速萌發，實不可得；反因蔗葉覆蓋而造成白天遮蔭之弊，影響發芽率降低而速度反顯得緩慢，似宜改用塑膠布覆蓋較為有效；如能再給予充分灌溉用水，提高土壤含水分，想可定能獲得滿意之發芽率，並可增進發芽速度，影響宿根增產當有所改善。

2. 在宿根甘蔗生育期間，調査三作甘蔗之莖長伸長，大致在五月以前，因氣溫較低，灌溉效果不甚顯明。自五月以後，氣溫開始上升，莖高伸長隨之而呈直線增長，(1,6) 較之無灌溉處理竟有天壤之別；造成日後收量之有極大懸殊區別也。再論分蘖莖數之得失，在五月以前，氣溫降低，灌溉有無影響分蘖多寡並不顯明；但在宿根初期，因枯葉覆蓋，甘蔗萌芽常受遮蔭關係，分蘖減少。自五月以後，溫度升高，增加灌溉用水，顯然較之無灌溉區有增加分蘖之利。故欲謀宿根甘蔗「生育量」之大事增加，當在五月以後，必須大力從事改善宿根環境，是屬有利之圖。凡在高溫增多土壤含水量條件下，非但可促使莖高伸長量得迅速增加，同時尙可促進有效分蘖數之增多 (1,6)，是故決定宿根產量之增加與減少，此爲重要時際也。

3. 宿根甘蔗之三作綜合成績，經合併分析顯示，灌溉有無與施肥量多寡，均有顯著差異存在，其中灌溉處理增產效果最爲宏大；覆蓋枯葉處理反獲得相反之效果，茲將灌溉有無配合不同肥料施用量間之綜合成績，比較其結果於后：

表 11. 三年期宿根蔗產量各處理平均值增減指數比較

處理配合組合	平均值（公噸／公頃）	增減指數	說明
A. （有灌溉＋重　肥）	87.63	100	水＋肥
B. （無灌溉＋重　肥）	75.43	－ 16.10	缺　水
C. （有灌溉＋少　肥）	79.13	－ 10.70	缺　肥
D. （無灌溉＋少　肥）	69.10	－ 26.80	缺水與缺肥

由上表可顯示下列各點關係：

(1) 蔗產量受灌溉因子之影響最大，肥料因子次之。

(2) 砂壤土增施肥料用量，必須要配合充分灌溉用水，方可獲得單位面積增產之宏效。在各次宿根中「水」與「肥」兩因子相乘功效最爲明顯，以第二次宿根爲尤甚。三年平均增產值爲26.8%。

(3) 在無灌溉情況下，增多肥料用量與增產無補。

綜上說來，宿根蔗田有充裕灌溉設備狀況下，多給予灌溉水量，再配合必要之肥料用量，(13,1,14) 可望提高單位收量，否則徒然，故宿根蔗田對「水」量之能否充沛供應，實有關宿根豐歉收之主要原因；其次配合施肥量之適當與否，亦可裁定宿根產量之豐歉。

誌謝：本文承蔡禿、何逢偉、張光宇、徐謙讓諸兄之調查、整理、繪圖、分析及土壤水分測定等基礎工作，特此一併致謝。

七、參 考 文 獻

1. 江曉春 .1951. 灌溉蔗田土壤濕度與甘蔗產量之研究. 甘蔗研究 5 (10).
2. 湯冠雄等 .1961. 臺灣蔗田連續宿根及地力保持之研究. 糖試所研究彙報 28：13—38.
3. 傅輝琛等 .1969. 春植甘蔗覆蓋塑膠佈之理論與實際操作. 台糖通訊 44 (5).
4. 黃端如等 .1970. 溪湖糖廠 59／60 年期農場大面積覆蓋塑膠布報告. 台糖通訊 47 (17).
5. 程德森 .1971. 宿根甘蔗增產方法之研究. 糖試所研究報告. (1970／1971)
6. 楊宗錫 .1951. 土壤溫度與甘蔗生長及需水量關係第二報. 甘蔗研究 5 (9).
7. 台糖公司 .1962—1965. 糖業統計年報宿根資料. 台糖公司資料.
8. 台糖公司 .1967. 台糖公司自營農場增產方案（56／57—60／61）. 台糖公司資料（未修正）.
9. 駱君驌等 .1947. 臺灣甘蔗宿根問題研究. 台糖季刊 1 (2).
10. 駱君驌等 .1947. 臺灣宿根甘蔗研究第二報. 甘蔗研究 2 (10).
11. Anang Nath, and BK Mathur.1965. Time of Manuring Ratoon Under Difficient Irrigation Condition. Indian Sugar 14 (12) ：803—804.
12. PanjeRR P.SGill, and Masvod Alam. 1965. Effects of soil cover and Trash-Veins onthe Produclivity of Alkaline Soil for Sugarcane Culture.
13. Rajamanickam, D. and C. Ekambram.1965.Trash Mulch in Cane Culture at Cuduclare.Indian Sugar 14 (11) ：751—756.
14. Dr. Toit. J. L. 1968. The Basis of a Fertilizer Adrisory Service Report 13th ISSCT Congr.
15. Toit J.L. 1969.Studies on the Time of Ratooning and Polyethlene Mulching. Sugar Crop Developement Fund, Tokyo Japan. 16Vallance L.G. 1965.Trash Mulching of Sugarcane Soils.The Australian Sugar Journal 57 (7) ：565.

蔗田寬窄行間作方法之研究(Ⅰ)[1]

夏　輔　禹[2]

摘　　要

1. 在每公頃種蔗行數不變情形下，調整行距，使成寬窄兩種行距互相排列，在寬行間作，可以增加間作空間，延長間作時間，多種一次間作物，獲得較安全而穩定之產量。
2. 秋植蔗田寬窄行間作，以先間作花生再間作甘藷，栽培較易，產量穩定，影響甘蔗產量亦不太大，可以獲得最大利益。
3. 二期糊仔蔗田，行寬窄行兩次間作，第二次間作物因植期限制，受甘蔗之影響，生長差，產量極低，將屬徒勞無益。
4. 秋植蔗田寬窄行二次間作，行距在 1.25 公尺情形下，以 1.75 公尺，0.75 公尺寬窄行互排間作最爲適宜。

一、引　　言

蔗田間作方法，過去僅限在同一蔗行，間作一次間作物，亦即只能有一次間作物收穫。年來鑒於新興作物之興起與早熟品種之育成，同時更爲增加蔗田收益，提高農民植蔗興趣，協助解決日益困難之推廣問題，作者前曾有多次間作方法之試驗(3)。所謂多次間作，即在同一蔗行中連續間作兩次間作之方法，期能多收一作間作物，獲得較多之利益。由試驗結果知，多次間作只要配合得宜，並不會過份加重對甘蔗產量之影響，在時間與空間上亦屬可行。但甘蔗之品種與間作物之植期必需受到相當之限制，否則第二次間作物產量不穩定，往往得不償失，因乃有寬窄行間作試驗之進一步研究。寬窄行間作即在每公頃行數不變情形下，調整行距使成寬窄兩種行距互相排列，在寬行間作兩次間作物，窄行不間作。目的在增加間作空間，延長間作時間，減輕對甘蔗之影響，多獲得一次較穩定之間作物產量。

蔗田間作物種類甚多，植期各異，影響甘蔗產量亦各不一。何種間作物組合影響甘蔗產量最小，產量最爲穩定，所獲利益最多？何種行距最爲適宜？以及此種方法是否可行？是爲本試驗探討之目的。

---

(1)臺灣糖業試驗所審定發表論文第R2—145號。

(2)本所屏東實驗場十一等農藝技術師。

(3)本文於 60 年 8 月 4 日收到。

(4)本研究曾獲長期發展科學委員會之補助。

二、試驗材料與方法

本試驗自53／54年期起執行於虎尾蔗作改良場壤土地，分秋植、二期糊仔及寬窄行行距三組試驗。

1. **秋植蔗田寬窄行多次間作試驗：**

供試甘蔗品種為F146，寬行行距為1.75公尺，窄行為0.75公尺。間作物種類有花生、甘藷、油菜、棉花、大豆、亞蔴六種，共組合成六處理。另以1.75+0.75公尺及1.25公尺行距不間作為對照，共八處理。分別於52年8月23日，53年8月23日及54年8月30日種植。53年12月29日，54年12月8日及55年12月28日收穫完竣。

2. **二期糊仔蔗田寬窄行多次間作試驗：**

供試甘蔗品種為F149，寬行行距為1.6公尺，窄行為0.8公尺。水稻品種為臺南三號，採用40×9公分寬行密植方式種植。寬行每隔4行，窄行每隔2行水稻種植一行甘蔗。間作物種類有油菜、花生、大蒜、大豆、亞蔴五種，共組合成五處理，另加以1.2公尺行距不間作為對照，共六處理。甘蔗分別於52年8月26日，53年8月21日種植。54年2月5日及55年1月11日收穫。

3. **秋植寬窄行行距試驗：**

供試甘蔗品種為F146，處理分1.9+0.6公尺、1.75+0.75公尺、1.6+0.9公尺及1.25公尺四種行距，及間作花生、甘藷與否，共組合八處理。甘蔗於53年8月28日種植，54年12月9日收穫。

各組試驗均採用隨機區集排列。重複六次，行長八公尺，七行區，小區面積70平方公尺。每公頃用苗量秋植為2萬支，株距0.4公尺。糊仔為2萬8千支，株距0.3公尺。甘蔗肥料要素用量每公頃N：200公斤，P_2O_5：75公斤，K_2O：75公斤。間作物肥料均以當地慣用量為準，各間作物品種、種植期、種植方法等列如下表：

秋植試驗（53／54—55／56年期）

項目＼作物	花生、甘藷	花生、亞蔴	花生、油菜
品種	台南7號、台農60號	台南7號、台中特1號	台南7號、台中特1號
種植期	7月中旬、11月中旬	7月中旬、11月中旬	7月中旬、11月中旬
收穫期	11月中旬、5月中旬	11月中旬、3月中旬	11月中旬、2月下旬
每畦種植行數	間作4行、間作2行	間作4行、間作4行	間作4行、間作2行
平均共生日數	299	240	220

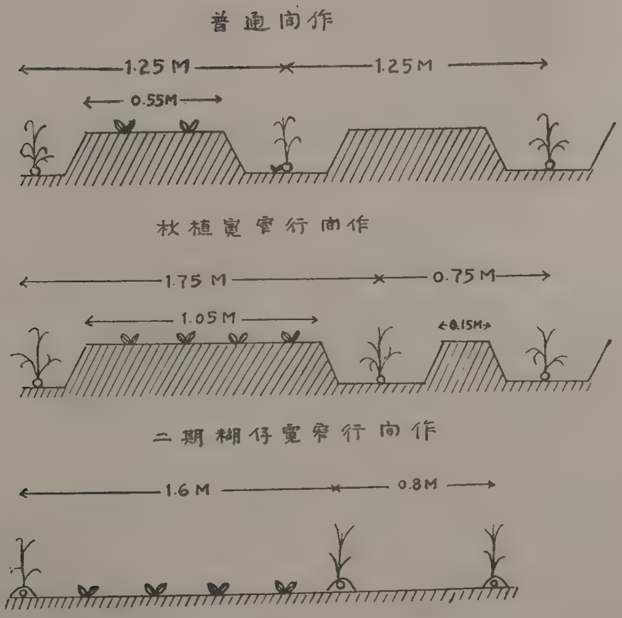
項目＼作物	甘藷、花生	棉花、大豆	大豆、甘藷
品種	台農57號、台南6號	Empire、台大高雄5號	台大高雄5號、台農57號
種植期	8月下旬、2月上旬	7月下旬、2月上旬	7月上旬、10月中旬
收穫期	1月下旬、6月下旬	1月下旬、6月上旬	10月上旬、5月上旬
每畦種植行數	間作2行、間作4行	間作1行、間作4行	間作4行、間作2行
平均共生日數	300	320	295

二期糊仔試驗（53／54—54／55年期）

項目＼作物	油菜、花生	大蒜、花生	混菜、大豆
品種	台中特1號、台南6號	烏葉、台南6號	台中特1號、台大高雄5號
種植期	11月上旬、3月上旬	11月上旬、3月上旬	11月上旬、3月上旬
收穫期	3月上旬、6月下旬	3月上旬、6月下旬	3月上旬、6月下旬
每畦種植行數	間作2行、間作4行	間作4行、間作2行	間作2行、間作4行
平均共生日數	230	230	228

項目＼作物	亞麻、大豆	亞麻、花生
品種	台中選1號、台大高雄5號	台中選1號、台南6號
種植期	11月上旬、3月上旬	11月上旬、3月上旬
收穫期	3月上旬、6月下旬	3月上旬、6月下旬
每畦種植行數	間作4行、間作4行	間作4行、間作4行
平均共生日數	223	230

秋植及二期糊仔間作方式圖



三、試 驗 結 果

一、秋植蔗田寬窄行多次間作

1. 不同間作物組合對甘蔗收穫性狀之影響

表1. 不同間作組合對甘蔗收穫性狀之影響（53／54—55／56三年平均）

處理	莖徑		莖長		原料莖數		可製糖率	
	公分	指數	公分	指數	支	指數	%	指數
間作花生、甘藷	2.59	100.3	288	100.3	75,401	99.2	12.47	98.8
間作花生、亞麻	2.61	101.1	288	100.3	71,901	ΔΔ 94.6	12.61	99.9
間作花生、油菜	2.63	101.9	285	99.3	74,568	98.1	12.46	98.8
間作甘藷、花生	2.57	99.6	275	ΔΔ 95.8	72,785	ΔΔ 95.7	12.86	101.9
間作棉花、大豆	2.59	100.3	282	98.3	73,535	Δ 96.7	12.74	100.9
間作大豆、甘藷	2.62	101.5	283	98.6	71,735	ΔΔ 94.3	12.71	100.7
寬窄行不間作	2.58	100.0	287	100.0	76,035	100.0	12.62	100.0
普通行不間作	2.56	99.3	293	102.1	76,385	100.5	12.74	100.9
L.S.D%(P=0.05)	不顯著		2.93		2.91		不顯著	
L.S.D%(P=0.01)			3.80		3.85			

寬窄行式整地不同間作組合，對甘蔗收穫性狀之影響，由表1. 三年期綜合分析結果知，莖徑差異不顯著。亦即不同間作組合處理間差異不大，間作與寬窄行或普通行不間作處理間亦無明顯之趨勢。

莖長方面，間作甘藷、花生，棉花、大豆，大豆、甘藷三處理均較寬窄行不間作爲短。其中尤以間作甘藷、花生者最短，達極顯著程度。若與普通行不間作區比較，各處理亦均較短。此一現象說明寬窄行式間作與一般間作一樣，對莖長仍有相當程度之影響。

對原料莖數之影響，除先間作花生，後間作甘藷及油菜二處理與不間作差異不大，未達顯著外，其他各處理均較不間作者爲少，達差異顯著及極顯著程度。其中間作大豆、甘藷及花生、亞麻二處理減少最多，達5.7％及5.4％。間作甘藷、花生，棉花、大豆二處理次之，各減少4.3％及3.3%，構成主要減產因素。

對可製糖率之影響，各年期試驗結果差異均不大，經換算轉角度綜合分析結果，差異不顯著，與普通行間作所得結果相同[3]。

2. 不同間作物組合對甘蔗產量之影響

表2. 不同間作處理對甘蔗產量之影響

處理＼年期	53/54 年期		54/55 年期		55/56 年期		平均	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
間作花生—甘藷	129,750	103.1	127,138	Δ 91.0	143,250	93.9	133,379	Δ 95.7
間作花生—亞蔴	124,833	99.2	128,998	92.4	124,083	Δ 93.1	131,971	ΔΔ 94.7
間作花生—油菜	129,888	103.1	132,693	95.0	143,833	94.2	135,471	97.2
間作甘藷—花生	118,972	94.5	124,110	ΔΔ 88.8	135,541	ΔΔ 88.8	126,207	ΔΔ 90.6
間作棉花—大豆	127,000	100.9	131,250	93.9	149,625	98.0	135,958	97.5
間作大豆—甘藷	118,278	94.0	131,390	94.1	129,708	ΔΔ 85.0	126,458	ΔΔ 90.7
1.75+0.75 不間作	125,862	100.0	139,638	100.0	152,625	100.0	139,375	100.0
1.25 不間作	129,333	102.8	147,333	105.0	154,583	101.2	143,749	103.1
L.S.D %(P=0.05)	9.0		8.0		6.74		4.01	
L.S.D %(P=0.01)	12.10		10.83		9.04		5.31	

由表2. 不同間作組合蔗產量之比較，53／54 年期試驗結果差異不顯著，若就趨勢言，間作甘藷、花生及大豆、甘藷二處理較寬窄行不間作區為低。間作花生、甘藷及花生、油菜二處理反較不間作略高。54／55 年期各處理均較不間作為低，其中間作甘藷、花生區最低，花生、甘藷次之，各達極顯著及顯著程度。55／56 年期結果略有不同，以間作大豆、甘藷區最低，甘藷、花生及花生、亞蔴區次之。三年期結果復經綜合分析得知，間作甘藷、花生及大豆、甘藷產量最低，各減產 9.4 %及 9.3 %。間作花生、亞麻次之，減產 5.3 %，均達極顯著程度。間作花生、甘藷又次之，減產 4.3 %達顯著程度。間作花生、油菜及棉花、大豆減產最少，僅 2.8 %及 2.5%差異不顯著。至於二不同整地方式不間作之比較，普通行較寬窄行有略高之勢，此可能因為寬窄行整地，窄行行距小，影響甘蔗生育之故。

3. 不同間作組合糖量之損失

表3. 不同間作物組合糖量損失與價値之比較

項目 / 間作處理	53／54年期	54／55年期	55／56年期	平均損失總糖量 T/ha	平均損失總糖量 %	蔗農平均損失糖量 T/ha	蔗農平均損失糖量 價値(元)	蔗農平均損失糖量 %
間作花生、甘藷	− 0.070	− 1.913	− 0.907	− 0.963	5.4	− 0.524	2,488	4.5
間作花生、亞麻	− 0.425	− 1.216	− 1.138	− 0.926	5.3	− 0.509	2,390	4.3
間作花生、油菜	+ 0.284	− 1.393	− 1.439	− 1.039	5.9	− 0.571	2,679	4.8
間作甘藷、花生	− 0.352	− 1.653	− 1.718	− 1.241	7.1	− 0.682	3,201	5.7
間作棉花、大豆	− 0.153	− 0.964	+ 0.350	− 0.489	2.8	− 0.269	1,264	2.3
間作大豆、甘藷	− 0.996	− 0.910	− 2.593	− 1.493	8.5	− 0.821	3,814	6.8
寬窄行不間作	15.355	18.669	18.742	17.588	100.0	9.673	55,899	100.0

備註：蔗農所得糖量按公司公佈分糖辦法計算，砂糖價値按當年期保證價値及棧單價計算。

不同間作組合對產糖量之影響， 由表3知三年平均以間作大豆、 甘藷損失最大，達 1,493 公斤，折算農民因間作減少收入 3,814 元。間作甘藷、 花生次之，損失糖量 1,241 公斤， 減少收入 3,201 元 。間作花生、甘藷，花生、亞麻，花生， 油菜三處理又次之，各損失糖量 963、926 及 1,039 公斤，減少收入 2,488、 2,390 及 2,679 元。間作棉花，大豆損失最少僅 489 公斤，減少收入 1,264 元。

4. 間作物產量調查

表4. 間 作 物 產 量　　　　公斤：公頃

處理 \ 年期	53/54年期 第1次間作	53/54年期 第2次間作	54/55年期 第1次間作	54/55年期 第2次間作	55/56年期 第1次間作	55/56年期 第2次間作	平均 第1次間作	平均 第2次間作	備註
(A)間作花生、甘藷	727	8,500	978	7,125	1,176	14,800	960	10,142	花生：連殼重
(B)間作花生、亞麻	782	326	1,103	590	1,208	659	1,031	525	
(C)間作花生、油菜	743	632	1,095	660	1,200	753	1,013	682	亞蔴：種籽重
(D)間作甘藷、花生	13,185	335	19,875	168	17,000	437	16,666	313	棉花：籽棉
(E)間作棉花、大豆	498	127	473	116	566	187	512	143	
(F)間作大豆、甘藷	981	12,875	806	16,957	751	16,800	846	15,544	

由表4知，第1次間作物花生產量，53／54年期各處理因生育不良產量偏低，僅7百餘公斤。54／55年期略有提高，三年期平均在一千公斤左右，尙達水準。處理(D)甘藷產量三年期平均爲一萬六千餘公斤，較當地一般間作甘藷產量略低，此可能因兩行甘藷種植於一寬行中，行距較窄影響所致。處理(E)間作棉花及處理(F)間作大豆，三年期產量差異不大，平均爲五百及八百公斤，成績尙佳。

第二次間作物產量，間作甘藷處理(A)，因受花生影響植期略晚，致三年期平均產量僅一萬餘公斤，遠較一般晚植甘藷產量爲低。處理(F)因大豆生育期短，甘藷植期提早，產量達一萬五千餘公斤，尙稱理想。處理(B)亞麻各年期均發生腰折病（Damping-off），每公頃平均僅收籽實五百餘公斤。處理(C)油菜產量平均六百餘公斤，與一般間作產量相似。處理D及E間作花生，大豆因植期遲至翌年二月，花生，大豆受甘蔗遮蔭影響，生育差產量僅三百及一百餘公斤，已失栽培價值。

5. **間作利益之比較**

表5. 不同間作組合產品價值之比較： 元：公頃

項目 / 間作處理	53—54年期		54—55年期		55—56年期		三年期平均		合計	%
	1次	2次	1次	2次	1次	2次	1次	2次		
間作花生、甘藷	5,089	5,780	7,677	4,845	7,232	9,176	6,666	6,601	13,267	100
間作花生、亞麻	5,474	2,630	8,658	2,950	7,429	3,290	7,187	2,925	10,112	76.2
間作花生、油菜	5,201	3,476	8,596	4,489	7,380	5,168	7,059	4,378	11,437	86.2
間作甘藷、花生	8,965	2,345	13,515	1,319	10,540	2,687	10,340	2,117	12,457	93.8
間作棉花、大豆	5,976	793	5,676	754	8,490	1,215	6,714	921	7,635	57.5
間作大豆、甘藷	6,131	8,755	5,239	11,530	4,693	10,410	5,354	10,234	15,588	117.4

註：各間作物單價以當年期農業年報發表雲林縣平均市價計算。

由表5知，各不同組合間作產品價值之比較，以先間作大豆後間作甘藷價值最高，每公頃可達一萬五千元；先間作花生後間作甘藷次之，每公頃可達一萬三千餘元，二者相差二千餘元。但大豆病虫害較多，產量不穩定，且費工，故爲產量穩定計，以先間作花生，後間作甘藷最爲適宜。其他各間作組合由於產量或價格關係，均不若前二組合爲有利。各不同間作組合產品價值扣除因間作損失之糖量金額（表3），所得利益亦如上述，仍以間作大豆、甘藷最高。

二、二期糊仔蔗田寬窄行多次間作

1. 不同間作組合對甘蔗收穫性狀之影響

表6. 不同間作組合對甘蔗收穫性之影響（53／54—54／55年期平均）

處理	莖徑		莖長		原料莖數		可製糖率	
	公分	指數	公分	指數	支	指數	%	指數
不間作	2.20	100.0	288	100.0	86,648	100.0	14.42	100.0
間作油菜、花生	2.18	98.2	286	99.2	84,079	97.0	14.37	99.6
間作大蒜、花生	2.23	101.3	292	101.2	87,759	101.3	14.31	99.2
間作油菜、大豆	2.24	101.8	289	100.5	82,846	95.6	14.18	98.3
間作亞麻、大豆	2.16	98.1	283	98.1	87,881	101.4	14.59	101.2
間作亞麻、花生	2.22	100.9	294	101.9	82,968	95.7	14.21	98.5
差異顯著值	不顯著		不顯著		不顯著		不顯著	

二期糊仔寬窄行式間作對甘蔗收穫性狀之影響，由表6知，二年綜合分析，無論莖徑，莖長，可製糖率及原料莖數差異均不顯著。說明採用寬窄行式整地連續兩次間作，對甘蔗收穫性狀影響不大。惟原料莖數，間作油菜、大豆及亞麻、花生二處理較不間作略有減少之趨勢。

2. 不同間作組合對甘蔗產量之影響

表7. 不同間作組合對甘蔗產量之影響

處理＼年期	53／54 年期		54／55 年期		平均	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
不間作	120,511	100.0	91,870	100.0	106,191	100.0
間作油菜、花生	117,386	97.4	90,308	98.3	103,847	97.8
間作大蒜、花生	121,523	100.8	95,773	104.2	108,648	102.3
間作油菜、大豆	114,898	95.3	94,528	102.9	104,713	98.6
間作亞麻、大豆	115,275	95.7	94,298	102.6	104,787	98.6
間作亞麻、花生	116,780	96.9	88,945	96.8	102,863	96.8
差異顯著值	不顯著		不顯著		不顯著	

表7.不同間作組合處理蔗產量之比較，二年期各別及綜合分析結果差異均不顯著，顯示寬窄行連續兩次間作對甘蔗產量影響不大。若以趨勢言，53／54年期除間作大蒜、花生外，各處理均較不間作區爲低，其中以間作油菜、大豆及亞麻、大豆最低。54／55年期則以間作亞麻、花生較低，間作大蒜、花生，油菜、大豆及亞麻、大豆反有略高之勢。二年期平均以間作亞麻、花生，影響甘蔗產量最大，間作油菜、花生次之，其他間作大蒜、花生，油菜、大豆及亞麻、大豆，影響均不大。

3. 間作物產量調査

表8. 間作物產量之調查　　公斤：公頃

處理＼年期	53／54年期		54／55年期		平均		備註
	第1次間作	第2次間作	第1次間作	第2次間作	第1次間作	第2次間作	
間作油菜、花生	634	327	595	466	614.5	396.5	大蒜：乾重
間作大蒜、花生	6,235	122	5,524	381	4,879.5	251.5	
間作油菜、大豆	665	153	527	178	596.0	165.5	亞麻：種籽重
間作亞麻、大豆	426	280	465	167	445.5	223.5	
間作亞麻、花生	431	186	462	503	4,465.0	344.5	

由表8知，第一次間作物53／54年期，除大蒜產量尙佳外，其他油菜、亞麻均偏低。54／55年期包括大蒜在內產量均嫌低落，致兩年期平均大蒜爲四千八百餘公斤，油菜六百公斤，亞麻四百餘公斤，較一般間作產量略低。第二次間作物，因受前作物影響植期過晚，又受甘蔗遮蔭影響，產量特低。二年期平均大豆僅1—2百公斤，僅爲一般間作產量五分之一，花生2—3百公斤爲一般間作產量之四分之一，已失栽培價值。

4. 間作物產品價值之比較

表9. 不同間作組合間作物產品價值之比較　　元：公頃

處理＼年期	53／54年期		54／55年期		平均		合計
	第1次	第2次	第1次	第2次	第1次	第2次	
間作油菜、花生	3,487	2,566	3,986	3,658	3,732	3,112	6,844
間作大蒜、花生	14,964	958	8,810	2,990	11,887	1,974	13,861
間作油菜、大豆	3,657	994	3,530	1,157	3,594	1,075	4,667
間作亞麻、大豆	2,130	1,820	2,325	1,085	2,228	1,453	3,681
間作亞麻、花生	2,155	1,460	2,310	3,948	2,233	2,704	4,937

註：各間作物單價以當年期農業年報發表雲林縣平均市價計算。

由表9不同間作組合，間作物產量之比較知，除間作大蒜、花生由於大蒜產量高，每公頃有1萬3千餘元收入外，其他各間作物組合，由於產量及價格關係，價值均甚低落。其中尤以第二次間作爲甚，最高不過3千餘元，低者僅1千餘元，扣除耕作費用，不僅無利可圖，倘要虧損。

三、秋植寬窄行行距試驗

1. 不同寬窄行行距間作花生、甘藷與否對甘蔗產量之影響

表10 不同寬窄行行距間作花生、甘藷對甘蔗產量之影響

項目	間作		不間作		行距平均	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
行距1.90+ 0.6m	123,268	92.5	139,362	97.5	131,315	98.2
行距1.75+0.75m	133,248	107.0	146,862	102.7	140,055	104.7
行距1.60+ 0.9m	131,333	105.4	143,748	100.6	137,540	102.9
行距1.25m	124,498	100.0	142,887	100.0	133,693	100.0
間作否 平均	128,087		143,205			
間作否 指數	89.4 ΔΔ		100.0			

L.S.D %	P=0.05	P=0.01
不同行距間作	8.37	11.24
不同行距不間作	7.29	9.79
行距平均	5.51	7.39
間作否平均	3.64	4.88

寬窄行式整地，不同行距間作花生、甘藷與否對甘蔗產量之影響，由表10知間作較不間作平均減產約10%，差異極顯著。不同行距間差異不大，不顯著，惟行距1.75+0.75及1.6+0.9公尺二處理，較1.25公尺行距產量略優，1.9+0.6反略低。不同行距不間作處理，1.60+0.9公尺與1.25公尺行距相同，1.75+0.75公尺則較1.25公尺行距略高，1.9+0.6公尺反略低。後者產量之偏低可能係窄行行距過窄（60公分），影響甘蔗生長所致。不同行距間作處理間以1.75+0.75公尺行距產量高，1.6+0.9公尺行距次之，1.25公尺再次之，1.9+0.6公尺最次。說明寬窄行式整地間作，行距以1.75+0.75公尺最爲適宜，過寬過窄均非所宜。

2. 間作物產量之調查

表11 不同行距間作花生、甘藷之產量

處理	花生		甘藷		備註
	kg/ha	%	kg/ha	%	
行距1.9+0.6公尺	1,378	87.1	8,750	98.7	花生品種爲臺南 7 號，53年7月27日種植，11月4日收穫。甘藷品種爲台農60號，53年11月 5日種植，5 月29日收穫。
行距1.75+0.75公尺	1,523	96.3	7,750	87.4	
行距1.6+0.9公尺	1,320	83.5	7,400	83.5	
行距1.25公尺	1,581	100.0	8,859	100.0	

不同行距連續間作花生、甘藷，產量由表11知，第一次間作，花生產量以1.25公尺行距，普通式間作最高，1.60+0.9公尺行距最低。後者之偏低可能因爲原設計爲求各畦間作物種植株數一致，畦面窄，種植過密，生長環境不若每畦種植行數少者有利之故。第二次間作甘藷產量趨勢亦同，仍以1.25公尺普通間作產量最高，寬窄行間作三處理，間作畦面愈窄產量愈低。

四、討論與結論

一、寬窄行式整地間作與甘蔗產量之關係

普通秋植蔗田間作，對甘蔗產量之影響，過去試驗結果[1][2]，花生平均減產2%，甘藷減產9%，大豆減產6%，棉花減產16%，亞麻減產16%，油菜無影響。本試驗採用寬窄行式整地雖連續兩次間作，然對甘蔗產量之影響，未有超過10%者。說明此種間作方式並沒有加重對甘蔗產量之影響。相反的倘可能緩和對甘蔗產量之影響。此因本間作方式僅在寬行間作窄行不間作。甘蔗生育初期之通風、遮蔭、肥份被掠奪等（甘蔗肥料施於窄行中），較一般間作爲有利之故。

秋植寬窄行多次間作，不同組合對甘蔗產量之影響，間作大豆、甘藷及甘藷、花生影響最大；花生、甘藷，花生、亞麻次之；花生、油菜，棉花、大豆最少。間作大豆、甘藷及甘藷、花生，主要因甘藷植期適當，蔓葉旺盛，影響甘蔗生育大，故有10%之減產。間作花生、甘藷及花生、亞麻，因花生收穫期較晚，甘藷、亞麻遲至11月中旬種植，生育略差，影響不大，僅有4—5%之減產。間作花生、油菜及棉花、大豆，前者因花生影響甘蔗不大，油菜移植時甘蔗分蘗已奠定良好基礎，可與油菜互相競爭生長故影響不大；後者棉花植株高大遮蔭嚴重，按理應有最大之影響，但本試驗與熊光斗[3]孫逢吉[4]等氏所得，棉花影響甘蔗產量不大之結果相同。推測可能係肥料殘效，及棉花之多次噴藥防虫或因用寬窄行整地，僅種植一行緩和對甘蔗之

影響所致。至於第二次間作之大豆，因植期延至翌年二月，甘蔗植株已甚高大，不僅不能影響甘蔗，反受甘蔗之影響。

二期糊仔蔗田寬窄行間作，對甘蔗產量之影響，均較秋植間作者為輕，其原因有二，第一，甘蔗種植早與水稻共生期間已奠定生長基礎，水稻收穫甘蔗經肥培管理後，即急速生長，待間作物可以威脅甘蔗時，甘蔗已能與之抗衡，而互相競爭生長，因而影響不大。第二，第一次間作物收穫後，第二次間作物開始生長時，甘蔗植株已甚高大，間作物之生長，已無法構成對甘蔗之影響。反之，間作物因受甘蔗之遮蔭，生長差，產量低，殘餘肥料以及虫害之防治對甘蔗反屬有利。因此二期糊仔寬窄行兩次間作，實際上僅受第一次間作物之影響，故其影響不大。

二、寬窄行多次間作間作物產量與價值

蔗田間作若欲獲得最高之間作物產量與最大經濟利益，必需選擇一種適當的間作物。這種間作物應具備適合於蔗田風土，產量隱定，容易栽培，經濟價值高，無嚴重病虫害等條件。更重要的，間作時期必需配合得當，否者間作物或甘蔗必有一傷，造成嚴重損害。本試驗六種間作組合中，若以產量與產品價值言，似以先間作大豆後再間作甘藷最為有利，因大豆生育期短，甘藷植期早產量高，可得最大收益，惟影響甘蔗產量亦最大，大豆產量亦嫌不太穩定。先間作花生再間作甘藷，該二種間作物產量穩定容易栽培，風險少，產量均能達於水準，對甘蔗產量影響不大，收益雖較前者略差，但不失為目下最理想之間作組合。間作花生再間作亞麻及油菜二處理，花生產量雖佳，但亞麻油菜植期太晚，病虫害又多，產量不高且不穩定，產品價值低落，影響甘蔗產量雖不大，但以總收益言遠不若前二者大。間作甘藷、花生，因花生植期在翌年二月受甘蔗影響，產量甚低，已失栽培價值，但因甘藷產量高收益不惡。間作棉花、大豆，大豆因植期關係受甘蔗影響產量低落，得不償失。棉花亦因虫害多，產量不穩定，收益少僅及間作花生、甘藷之 60 %，為六處理中最低者，且棉花需工甚多，恐不易獲得間作利益。

二期糊仔蔗田間作，因第一次間作物收穫期關係，第二次間作物多在翌年 3 月，此時幼蔗草長已達五、六十公分，且溫度已逐漸上升，甘蔗生長甚速，雖採用寬窄行間作並不能有效緩和甘蔗對間作物之影響。因此，第二次間作之大豆，花生產量極其低落，已失栽培價值。第一次間作物除大蒜外，他其亞麻及油菜因較普通栽培植期晚約一個月，故產量偏低。且該間作物經濟價值低，產量亦不穩定。故二期糊仔蔗田除目下栽培最多之甘藷及蔬菜類外，尚欠有價值之間作物。寬窄行式整地除可部份使用於蔬菜類，以利管理外，在二期糊仔蔗田採用，尚乏有效之利益，亦不能因而達到多增加一作間作物收入之目的。

三、寬窄行間作之行距

秋植蔗田，目下一般間作行距多為 1.25 公尺，若欲調整使成寬窄互排以利間作，並在不減少間作物種植株數，不減低間作物及甘蔗產量原則下，寬窄行行距大小之確定殊值研究。寬行過寬對間作物雖屬有利，但窄行必小，可能影響甘蔗產量。反之，寬行窄，窄行必寬，雖對甘蔗有利，但間作物必因行株距過密或株數減少而致減產。因此寬窄行行距適當之排列，為採用寬窄行式整地間作，成敗之主要關鍵。本試驗三種行距中，1.75 與 0.75 公尺寬窄行互排，獲得最高甘蔗產量。間作物產量（花生及甘藷）雖較 1.9 與 0.6 公尺互排為低，但較 1.6 與 0.9公尺互排為高。因此由甘蔗與間作物產量綜合觀之，以1.75 與 0.75 公尺互排可能為秋植寬窄行間作最適宜之行距。

二期糊仔寬窄行間作，行距之大小因受水稻行距之限制，一般為每隔 4 行及 2 行水稻糊甘蔗一行，因此寬行及窄行多在 1.6 及 0.8 公尺左右。

普通 1.25 公尺行距與 1.75 及 0.75 公尺寬窄行互排整地，甘蔗產量之比較，由長 2 三年平均結果知，差異不大，不顯著。但各年期前者較後者均有略優之勢，三年期平均增產 3%，此由甘蔗生育調查，前者較後者初期分蘖數略多，證明係因窄行空間較小，分蘖受影響以及寬窄行之入土、培土、灌溉等操作不若普通行徹底所致。

四、寬窄行整地間作之得失與可行性

秋植蔗田寬窄行互排間作之利益，從間作物觀點言，最重要的是可以增加間作之空間，延長間作時間，延緩甘蔗封壟時期，使第二次間作得以實施，並獲得有把握之產量，多增加一次間作收益。其次，寬窄行間作，間作畦較一般間作為寬而集中，間作物之種植、管理、噴藥、收穫等操作較為方便而省工。若從甘蔗觀點言，寬窄行互排間作可以緩和對甘蔗產量之影響，減少蔗量之損失，此點可由本試驗結果對甘蔗產量影響均較作者在一般蔗田多次間作試驗[3]相理所得結果為低得以證明。但寬窄行整地除如前所述因為窄行空間較小，可能影響分蘖造成最後處終蔗產量之輕微減產外，蔗田之管理，如培土、入土、灌溉等操作，因行距關係而略感不便，且略費工，宜加注意，否者易流於粗放影響甘蔗產量。從以上得知寬窄行整地間作利多於弊，是一種成功可行的間作方法，推行後對秋植蔗推廣必有裨益。但秋植寬窄行多次間作物之組合上應有相當限制，即第一次間作物生育期要短，如大豆，花生，第二次間作在第一次間作物收穫後應即種植，如甘藷，如此方能獲得安全而理想之產量。反之如果第一次間作物生育期長，如棉花，甘藷等，第二次間作植期必需在翌年二月，如此第二次間作物之生長必受甘蔗之影響，產量低落，將得不償失，此點宜特別注意。

至於二期糊仔寬窄行間作，因間作物種類及間作時間限制，推行二次間作將屬徒勞無益。寬窄行整地對第一次間作物，除可獲得對間作物之种植、管理、收穫等操作方便之利益外，可否減輕對甘蔗產量之影響，有待進一步之研究。

誌謝：本試驗進行時期，承李樹記先生之協助。虎尾實驗場湯場長冠雄之指導。文成後屏東實驗場陳場長沐清；農藝系包主任敦樸悉心斧正，謹此申謝。

五、參 考 文 獻

1. 夏輔禹 .1966. 蔗田間作. 台糖農務叢書(二).
2. 夏輔禹 . 1966. 秋植 N:Co310 蔗田不同間作物對甘蔗產量之影響. 糖試所研究彙報 40 : 35—51.
3. 夏輔禹 .1967. 秋植蔗田多次間作方法試驗. 糖試所研究彙報 44 : 21—33.
4. 孫逢吉、施文標 . 1951. 各種間作物對早植甘蔗之生育與產量之影響. 糖試所研究彙報 7 : 82—123.
5. 熊光斗 .1963. 棉花與甘蔗間作之研究. 農試所棉麻分所研究報告 9 : 47—73.

蔗田寬窄行間作方法之研究(Ⅱ)[1]

夏　輔　禹[2]

摘　要

1. 秋植蔗田，採用寬窄行互相排列整地，在寬行間作一次間作物，可以緩和間作物對甘蔗分蘖出生之抑制，有利於甘蔗生長，減輕對甘蔗產量之影響。
2. 寬窄行式間作，緩和對甘蔗產量之影響，在不適宜間作之 F152 蔗田，較在適宜於間作之 F146 蔗田更為有效。
3. 寬窄行間作，間作物之生長因間作面積略小，間作環境不若一般普通式間作良好，故其產量較差，平均較普通畦間作低約 15—20 %。
4. 採用寬窄行式間作，利益之高低，視間作物種類、產量及甘蔗品種而定。

一、引　言

本文爲蔗田寬窄行間作方法研究之繼續。作者在前文中，曾獲悉在秋植蔗田行寬窄行互排，在寬行間作，可以延長間作時間，增加間作空間，並可使第二次間作物，獲得安全而穩定之產量，是一種可以推行的間作方法。但在二期糊仔蔗田，因第二次間作物產量過低，將屬徒勞無益。本文是進一步研究寬窄行互排整地，僅間作一次間作物，是否可以較一般的間作方法減輕對甘蔗之影響？一般認爲不適宜間作之甘蔗品種，採用本法對產量之影響是否可以獲得緩和？此外寬窄行與普通行間作，間作物產量如何？擬加以比較之。

二、試驗材料與方法

本試驗執行於虎尾蔗作改良場，排水良好，灌溉方便之 73 號壤土地。試驗由間作花生、甘藷、棉花，不間作四種間作處理。1.25 公尺普通畦，1.75+0.75 公尺寬窄行互排式畦兩種行距

---

(1)台灣糖業試驗所審定發表論文第 R2—146，
(2)本所屏東實驗場十一等農藝技術師。
(3)本文於60年8月4日收到。

，共組合成八個供試項目。並分 F152 及 F146 兩組， 在相鄰田區進行試驗。採隨機區集排列，重複五次，行長 8 公尺，7行區，每公頃用苗量 2 萬支。 甘蔗肥料要素用量每公頃 N 200 公斤，$P_2O_5$75 公斤，K_2O75公斤。甘蔗於 55 年 8 月 24 日種植，57 年 1 月 10 日收穫完畢。各間作物品種、植期、間作方法及施肥等如下表：

間作物種類	種植期	收穫期	間作方法		肥料用量及施肥方法	田間管理
			普通式畦	寬窄行式畦		
花生（台南6號）	55. 8.23	56. 1. 8	每畦間作二行，行距40公分，點播，穴距10公分。	每畦間作四行，行距30公分，株距10公分。	N10kg. P_2O_5 30kg. K_2O 40kg 全數用做基肥，植前均勻撒佈於田間。	依一般管理，收穫後莖蔓全數移出田外。
甘藷（台農57號）	55. 8.23	56. 1.20	每畦間作一行，株距30公分。	每畦間作二行，行距40公分，株距30公分。	N40kg. P_2O_5 45kg. K_2O 90kg 全數於整地時施用。	生育期間翻蔓兩次，收穫後莖蔓全數移出。
棉花（Rex）	55. 8.12	56. 1.24	每畦間作一行，株距40公分。	每畦間作一行，株距30公分以千鳥式種植。	N80kg. $P_2O_5$60kg. K_2O90kg. 氮 1/3，磷1/2,鉀全量用做基肥，餘量於植後20日及40日分兩次施用。	依一般管理，生育期間行整枝摘葉一次。

三、試驗結果與討論

一、寬窄行間作對甘蔗分蘗出生與原料莖組成之影響

F146 是一個初期生長慢，分蘗多，分蘗補償力強的甘蔗品種，一般咸認與 N：Co310 一樣，是適合於間作的品種[3]；F 152 是一個初期生長快，分蘗少，分蘗期短，不適合於間作的品種[1]。由表 1 掛牌調查得知，若以 12 月爲分蘗出生早晚之分界線，不間作F 146 之分蘗 77 %爲早期分蘗，23 %爲後期分蘗；F 152 則有 93 %爲早期分蘗，7 %爲後期分蘗，證明前述 F 152 與 F 146 在分蘗習性上不相同。兩種整地間作方式差異不大，說明寬窄行整地對甘蔗分蘗出生似無影響。間作棉花，由於棉花植株高大，甘蔗受遮蔭影響， 普通行 F 146 及 F 152 與棉花共生時期之出生分蘗僅佔總出生數之 23% 與 26%， 棉花收穫後各佔 72% 及 74%。寬窄行間作，由

於窄行不間作，棉花行距寬，空間大，甘蔗所受影響小，早期出生分蘖增加至 48 % 及 56%；後期分蘖減少至 52% 及 44%。證明採用寬窄行間作，可以緩和棉花對甘蔗分蘖出生之抑制。間作甘藷，因甘藷影響甘蔗略較棉花小，因此早期分蘖增多，後期分蘖減少。間作花生影響甘蔗最小，早期分蘖亦最多。二者若採用寬窄行整地間作亦可提高早期分蘖數，但不若間作棉花明顯。

同樣，不同間作方法，對原料莖組成影響之比較，由表 2知亦與分蘖出生之趨勢相同。不間作早期分蘖莖佔絕大多數，F 146 有 83 %，F 152 有 94 %以上。間作處理凡甘蔗所受影響愈大者，早期分蘖莖愈少，後期分蘖莖愈多。寬窄行間作，早期分蘖莖亦較普通行間作為多，此種現象F 146 更為明顯。

從以上得知，不間作區甘蔗之分蘖以當年出生者最多，原料莖亦絕大多數為早期分蘖莖所組成。間作區受間作物影響，早期分蘖莖少，後期分蘖多。此種情形，間作對甘蔗影響愈大之間作物愈為明顯。但若採用寬窄行間作，可以減輕此種影響，使早期原料莖增加，有利於蔗田之產量。

表1. 不同整地方式間作對甘蔗分蘖出生之影響（%）

品種	出生	不間作		間作棉花		間作花生		間作甘藷	
		普通行	寬窄行	普通行	寬窄行	普通行	寬窄行	普通行	寬窄行
F 146	12 月前	79.4	76.9	27.6	47.6	63.8	69.1	57.7	64.4
	1—6 月	20.6	23.1	72.4	52.4	36.2	30.9	42.3	35.6
F 152	12 月前	96.5	92.9	26.3	55.6	73.9	88.7	70.6	76.5
	1—6 月	3.5	7.1	73.7	44.4	26.1	11.3	29.4	23.5

表2. 不同整地方式間作對甘蔗原料莖組成之影響（%）

品種	出生	不間作		間作棉花		間作花生		間作甘藷	
		普通行	寬窄行	普通行	寬窄行	普通行	寬窄行	普通行	寬窄行
F 146	12 月前	88.1	82.6	41.8	65.6	65.5	82.6	64.3	78.7
	1—6 月	11.9	17.4	58.2	34.4	34.5	17.4	35.7	21.3
F 152	12 月前	99.0	94.1	42.8	70.3	79.3	92.5	76.2	85.0
	1—6 月	1.0	5.9	57.2	29.7	20.7	7.5	23.8	15.0

二、寬窄行間作對甘蔗收穫性狀之影響

由前述知，蔗田間作，早期分蘖之出生每受抑制，故其最終原料莖之組成，後期分蘖莖所佔比例遠較不間作為多，而後期分蘖莖之莖長，莖徑或一本莖重過去試驗結果[3][1][4]均較早期分蘖為遜，間作區之早期分蘖莖或母莖複受遮蔭、肥份、水分掠奪之影響，原料莖之收穫性狀往往

較非間作區爲差。此點由本試驗結果亦得證明。 由表3及表4知， 間作區二品種之莖長、莖徑及一本徑重，除 F152 莖徑，間作區有略優或相等趨勢外，均較不間作區爲差，其中以間作棉花及甘諸所受影響最大，間作花生影響最小。 二種不同整地方式間作之比較，無論莖長， 莖徑及一本莖重， 採用寬窄行方式者均較普通行有略優之勢。原因亦如前述， 寬窄行間作可以緩和對甘蔗分蘖出生之抑制，使早期分蘖出生數增加， 提高原料莖早期分蘖莖所佔之比例， 以及寬窄行間作，甘蔗生長環境較普通間作爲優之故。

不同間作物種類及間作方式，對原料莖數之影響， 間作區早期分蘖受間作物之抑制， 出生少，後期分蘖受時間限制，出生亦不多。 故其最終原料莖數， 由表 3 及表 4 知均較不間作區爲少，此種情形 F 152 較 F 146 更爲嚴重。不同間作物間亦以間作棉花，甘藷之原料莖數最少，間作花生最多。寬窄行與普通行間作之比較， 二品種無論間作何種間作物， 寬窄行間作之原料莖數，均較普通行間作略多。 惟不間作普通畦之原料莖數反較寬窄行畦爲多，推測原因， 當係寬窄行式畦窄行行距窄， 空間略小，日光及通氣等不若普通畦良好所致。 此外寬窄行式畦之入土培土灌溉等，較不方便，每易流於粗放， 亦可能爲影響之原因。至於在間作區， 因爲採用寬窄行式畦可以改善間作環境，其利益大於寬窄行之缺點，故對甘蔗仍屬有利。

表3. 不同間作方式對 F146 收穫性狀之影響：

處理	一支莖重		莖徑		莖長		原料莖數	
	公斤	%	公分	%	公分	%	支	%
普通式畦								
不間作	1.896	100.0	2.85	100.0	291	100.0	84,333	100.0
間作棉花	1.684	88.8△△	2.67	93.7	275	94.5	72,999	86.6△△
間作花生	1.876	98.9	2.76	96.8	287	98.5	74,333	88.1△
間作甘藷	1.738	92.7	2.77	97.2	283	97.0	66,666	79.1△△
寬窄行式畦								
不間作	1.992	105.1	2.88	100.0	298	100.0	79,333	100.0
間作棉花	1.740	91.8△	2.82	97.9	281	94.2	73,666	92.8△
間作花生	1.796	94.7	2.74	95.1	287	96.1	75,666	95.3
間作甘藷	1.862	98.2	2.88	100.0	281	94.2	71,666	90.3△
不間作	1.944	100.0	2.87	100.0	295	100.0	81,933	100.0
間作棉花	1.712	88.1△△	2.75	95.8	278	94.4	73,333	89.4
間作花生	1.836	94.4	2.75	95.8	287	97.3	74,999	91.5△
間作甘藷	1.810	93.1	2.83	98.6	282	94.5	69,233	84.5
普通式畦	1.800	100.0	2.76	100.0	283	100.0	74,633	100.0
寬窄行式畦	1.850	102.7	2.83	102.5	287	101.1	75,083	100.6

表4. 不同間作方式對 F152 收穫性狀之影響

處理	一支莖重		莖徑		莖長		原料莖數	
	公斤	%	公分	%	公分	%	支	%
普通式畦								
不間作	2.758	100.0	3.04	100.0	345	100.0	64,133	100.0
間作棉花	2.414	87.5△	3.07	101.0	332	95.9	48,666	75.9△△
間作花生	2.740	99.3	3.21	105.5	343	99.1	50,067	78.1△△
間作甘藷	2.650	96.1	3.18	104.6	333	96.4	44,733	69.8△△
寬窄行式畦								
不間作	2.904	100.0	3.07	100.0	352	100.0	58,333	100.0
間作棉花	2.742	94.4	3.10	100.9	341	96.9	51,133	87.7△
間作花生	2.860	98.4	3.23	105.2	359	101.9	51,799	88.7△
間作甘藷	2.838	97.7	3.14	102.2	350	99.3	50,399	86.4△△
不間作	2.831	100.0	3.055	100.0	349	100.0	61,233	100.0
間作棉花	2.578	91.1	3.084	100.9	336	96.4	49,899	81.5△△
間作花生	2.875	101.5	3.218	105.3	351	100.6	50,933	83.2△△
間作甘藷	2.844	96.9	3.159	103.4	342	97.9	47,567	77.7△△
普通式畦	2.640	100.0	3.124	100.0	338	100.0	51,899	100.0
寬窄行式畦	2.830	107.1	3.134	100.3	351	103.6	52,899	101.9

三、寬窄行間作對甘蔗蔗產量之影響

由表5知，F146普通畦間作對甘蔗產量之影響，以間作甘藷，棉花最大，較不間作減產18%及 16 %。間作花生影響較小，減產 14 %，均達差異顯著程度。寬窄行式畦間作，間作甘藷，棉花各減產 14 %及 13 %，差異顯著，間作花生減產 7 %，差異不顯著。若以兩種間作方式比較，寬窄行間作棉花可較普通行間作減少 1.7 噸甘蔗之損失；間作甘藷，花生各減少 3.4 及 6.8 噸甘蔗之損失。證明蔗田間作若採用寬窄行式畦間作， 可以緩和對甘蔗產量之影響， 有利於甘蔗產量。

同樣，F152 間作亦與 F146 得同一趨勢。但各間作物對甘蔗產量之影響，均遠較對 F146 為重，顯示 F152 因生長及分蘖習性關係，不適合於間作。但若採用寬窄行間作，對甘蔗產量影響之緩和，亦較 F 146 更為有利。由表 6 知， F 152 間作棉花若採用寬窄行間作，可較普通畦間作減少 17噸甘蔗之損失；間作花生，減少 10 噸；間作甘藷減少 5 噸損失。說明不適宜於間作之甘蔗品種，若採用間窄行式間作，其效果遠較適宜於間作之品種來得大而有利。

採用寬窄行間作，對甘蔗產量減輕之程度，F152 以間作甘藷最少。F146 間作甘藷亦較間作花生為少。推測甘藷對甘蔗影響之主要原因，並非遮蔭而是肥份及水分之被掠奪。亦即間作甘藷

地下部份之影響大於地上部之影響。因此採用寬窄行間作之效果，可能不若其他間作物來得大。

不間作區，寬窄行式畦之蔗產量，無論 F146 及 F152，均較普通式畦略低，F152 約減產 4%；F146 約減產 2%，其原因與上節所述相同。

表5. 不同間作方式對 F146 蔗產量之影響

處理	普通式畦		寬窄行式畦		間作物種類平均		整地方式
	公斤	%	公斤	%	公斤	%	差異
不間作	147,534	100.0	144,400	100.0	145,967	100.0	+ 1,567
間作棉花	124,286	84.2ΔΔ	126,000	87.3ΔΔ	125,134	85.7ΔΔ	− 1,732
間作花生	127,468	86.4ΔΔ	134,268	93.0	130,868	89.6ΔΔ	− 6,800
間作甘藷	121,066	82.1ΔΔ	124,534	86.2ΔΔ	122,799	84.1ΔΔ	− 3,468
整地方式平均	130,084		132,300				− 2,216
指數	100.0		101.7				

L. S. D. %	P =0.05	P =0.01
普通式畦間作	8.3	11.1
寬窄行式畦間作	8.4	11.4
間作物種類平均	5.8	7.8
整地方式平均	N.S.	N.S.

表6. 不同間作方式對 F152 蔗產量之影響

處理	普通式畦		寬窄行式畦		間作物種類平均		整地方式
	公斤	%	公斤	%	公斤	%	差異
不間作	145,200	100.0	139,268	100.0	142,234	100.0	+ 5,932
間作棉花	101,600	69.9ΔΔ	118,734	85.3ΔΔ	110,167	77.5ΔΔ	−17,134
間作花生	117,932	81.2ΔΔ	127,002	91.2Δ	122,467	86.1ΔΔ	−10,070
間作甘藷	113,266	78.0ΔΔ	118,266	84.9ΔΔ	115,766	81.4ΔΔ	− 5,000
整地方式平均	119,499		125,818				− 5,319
指數	100.0		105.28				

L. S. D. %	P =0.05	P =0.01
普通式畦間作	7.3	9.8
寬窄行式畦間作	7.6	10.2
間作物種類平均	5.3	7.1
整地方式平均	4.4	5.9

四、寬窄行間作間作物之產量

寬窄行間作，是在總行數不變情形下，調整行距使成寬窄行互相排列，在寬行間作，窄行不間作。寬行每畦間作之株數爲普通畦間作之一倍。但寬行之行寬因窄行關係，並未較普通行寬一倍，而約窄 5—10 公分。因此間作物之行株距略密，此外普通行間作，每畦僅間作一行或兩行，寬窄行則爲二行或四行。前者之間作環境，如對養分之攝取，日光之接受等，可能較後者爲優。因此寬窄行間作，間作物產量均較普通行間作爲低。由表 7 知，F146 或 F152 間作花生及甘藷，採用寬窄行間作所得之產量，較普通行間作平均約低 15—20 %。間作棉花，因採用千鳥式種植，株距縮小爲 30 公分（普通行爲 40 公分），其總株數僅爲普通行間作之 70 %，因此產量低，約爲普通行間作之 60 %。

表7. 不同間作方式間作物之產量：

項目		間作物產量 (kg/ha)			間作物產品價值*(元)			指數 (%)		
		普通行	寬窄行	差異	普通行	寬窄行	差異	普通行	寬窄行	差異
F146	棉花	1,117	669	+ 448	15,824	9,477	+ 6,347	100	59.8	— 40.2
	甘藷	25,666	20,333	+ 5,335	17,812	14,111	+ 3,701	100	79.2	— 20.8
	花生	1,832	1,549	+ 283	13,959	11,803	+ 2.156	100	84.6	— 15.4
F152	棉花	981	572	+ 409	13,897	8,013	+ 5,794	100	58.3	— 41.7
	甘藷	21,737	18,334	+ 3,403	15,085	12,723	+ 2,362	100	84.3	— 15.7
	花生	1,798	1,463	+ 345	13,700	11,148	+ 2,552	100	81.3	— 18.7

* 產品價值按當年農業年報雲林縣市價計算。

五、寬窄行間作間作利益之比較

蔗田間作對甘蔗糖產量影響，由表8知，與蔗產量相同。無論 F152 或 F146，凡採用寬窄間作者，其糖量之損失均較普通畦間作爲少。折算蔗農部份因間作而損失之砂糖金額，F146 間作棉花，甘藷，花生每公頃各可較普通畦間作減少 1,366 元，2,650 元及 3,802 元之損失；F152 各減少 7,309，3,123 及 7,467 元之損失。

不同間作方式，間作物與甘蔗綜合利益之比較。由下表知，F152 因所受間作影響大，產量損失多，其所得利益均不若 F146 間作來得大。尤其以普通畦間作爲甚，相差達數倍之多。F146 採用寬窄行間作棉花，甘藷雖可減少糖量之損失，但間作物產量低，故其總利益反較普通行間作爲低，棉花相差 4,981 元；甘藷相差 1,051元。間作花生因寬窄行間作，緩和對產量影響之效果明顯，糖量損失少，可較普通行間作增加 1,646 元之利益。同樣，F152 除間作棉花利益較普通行間作略差外，間作甘藷，花生均較普通行爲有利，尤其是花生每公頃可多得 4 千餘元。由此可知採用寬窄行間作之利益，要視間作物之產量，間作物種類及甘蔗品種而定。

表8. 間作利益之比較

項目		①損失總糖量（公頃：公斤）		②蔗農損失糖量（公頃：公斤）		③損失金額（元）			間作利益（元）		
		普通行	寬窄行	普通行	寬窄行	普通行	寬窄行	差異	普通行	寬窄行	差異
F146	棉花	2,677	2,120	1,472	1,166	6,570	5,204	+ 1,366	9,254	4,273	+ 4,981
	甘藷	3,718	2,639	2,045	1,451	9,125	6,475	+ 2,650	8,687	7,636	+ 1,051
	花生	2,470	922	1,359	507	6,064	2,262	+ 3,802	7,895	9,541	− 1,646
F152	棉花	6,156	3,179	3,386	1,748	15,109	7,800	+ 7,309	1,212	303	+ 909
	甘藷	4,670	3,394	2,568	1,867	11,459	8,331	+ 3,128	3,626	4,392	− 760
	花生	4,523	1,805	2,487	997	11,097	4,430	+ 7,467	2,603	6,718	− 4,115

① 總糖量之損失爲間作與不間作比較而得。

② 蔗農所得糖量按公司公佈分糖辦法計算，砂糖價值按當年期保證價格及棧單單價計算。

③ 間作利益係間作產品價值減去糖量損失金額。

四、結　　論

秋植蔗田採用寬窄行互相排列整地， 在寬行間作一次間作物， 可以緩和間作物對甘蔗分蘗出生之抑制，有利於甘蔗之生長， 減輕對甘蔗產量之影響。尤其對初期生長快， 分蘗少，分蘗補償力弱，產量損失大， 不適宜於間作之甘蔗品種最爲有利。但寬窄行間作， 間作物產量因間作面積略有減少，及每畦間作行數多，間作環境，如對日光之接受， 肥料與水分之攝取等， 可能不若普通畦僅間作 1—2 行者良好。故其產量較差，平均約低兩成。因此寬行間作利益之高低，需視間作物之種類、產量及甘蔗品種而定。

就本試驗結果言，採用寬窄行間作棉花，因種植株數少，產量低，利益不若普通畦間作高。間作甘藷因爲緩和對甘蔗產量影響效果不大， 利益亦不佳。 間作花生因減輕對甘蔗產量影響最大，利益最佳，尤其在 F 152 蔗田，可較普通行間作增加 4 千元收益。惟本結果是在花生影響甘蔗產量較大情形下所得者。

誌謝：本試驗進行期間，承李樹記先生之協助， 虎尾實驗場場長湯冠雄之指導。 文成後屏東實驗場陳場長沐清；農藝系包主任敦樸悉心斧正，謹此申謝。

五、參 考 文 獻

1. 包敦樸. 1968. 早植蔗園間作甘藷影響原料莖組成研究。糖試所研究彙報，47：97—116.
2. 趙致康. 1950. 甘蔗分蘗期與產量關係之研究。糖試所研究彙報，6：1—13.
3. 謝珍彩. 1965. F146 對於各種間作物之影響。糖試所研究彙報，33：13—13.
4. Dillewijn C. VAN. 1952. Botany of Sugarcane. The Chronica Botanica Co., Waltham, Mass., U.S.A.

山邊溝之改良研究[1]

廖綿濬　程德森[2]

摘　要

山邊溝原爲梯形即A斷面，具有欠穩定及損失耕種面積等缺點。第一筆者於 1956 年因在蔗田處理後減產，而產生以內斜式平臺堦段之斷面即寬底斷面代替原型之設計，暫稱「改良山邊溝」。經 1958 年進行初步實體試行及大面積觀察後，1960 年由糖試所成立本研究計劃。自 1961 年開始進行蔗田大區觀察以及水力試驗，至 1964 年完成。當年即列入臺灣「水土保持手册」正式推廣 (9)，梯形斷面及改良山邊溝一詞亦同時停止應用。

由一系列之試驗，知在適當間距中，覆蓋作物可有效應用於 50 %之陡坡(6)(12)，配合以兼路用之山邊溝，在一般果園已可代替平臺堦段，生產成本因能大幅減低，得符合經濟有效之原則。同時山邊溝與支線道路，連接而構成之道路系統，適應機械作業之營運，已爲臺灣現代化坡地農業之基本設施 (12)，玆將本計劃所得結果摘要如下：

1. 在 20—45 %之陡坡上，實施山邊溝等高耕作之蔗田，及等高密植敷蓋之鳳梨園，經大面積在高强度降雨後之調查，知邊坡 0.5：1 之 A_2即梯形斷面，已足以截洩逕流量；據以計算B斷面之流量。寬底之B斷面型式係導源自內斜式平臺堦段，原期利用溝身栽培作物，以減少土地利用之損失。在 20 %之坡地，B 斷面較A斷面可增植甘蔗 1,200 株，鳳梨 2,700株均見圖(10)。

2. 1957 年之田間初步實體觀察證明B斷面成立之可能性。

3. 蔗田大區觀察於 1961 年舉行，二斷面各以 0.5ha 之面積比較，經兩年期之收穫調查，知B斷面較A斷面之產蔗量較高；增產率平均達 10 %。考其原因，B斷面之溝面可增植甘蔗兩畦，故單位面積實植株數較多，此外下述 4 及 5 項亦爲原因之一。惟本研究並未包括B斷面溝面不種植甘蔗之情況，故無從至A斷面作進一步之產量比較。

4. B斷面較爲穩定，冲蝕調查知A斷面區之冲蝕量高於B斷面區，且有因漫溢而發生相當嚴重之溝狀冲蝕見表(4)。

5. 土壤水分調查結查顯示B斷面區土壤含水量高於A斷面區見表(5)，原因似爲前者流速較低，且有較大之濕潤面，故滲透率較大。

6. B斷面之土方量高於A斷面，但養護工則A斷面高於B斷面，見表(3)及圖(11)。

於今勞力缺乏，機械已漸普遍，B斷面以推土機（Bulldozer）可迅速完成，A 面則僅能以人力構築及養護，故費用反較B斷面爲昂貴。

7. 水力試驗(1) 知在坋質粘土上，裸露溝之可容試流速爲 0.9M/sec，流量爲 0.030CMS；種植作物及行敷蓋後之流速減緩。植蔗之流量在 0.0397 CMS 及最大流速至 0.95 M/sec，鳳梨區之流量在 0.0397 及最大流速至 0.9 M /sec 時，邊坡即發生冲蝕現象。

8. 上述水力試驗知B斷面之排水流量低於原設計時之理論數值，例應從事修正及進一步試驗；唯據田間試行及大區觀察以迄於歷年來在大面積實施之調查，並未發現因斷面不足之溢流現象。且因田間機械之使用等，溝面已殊少利用爲栽培，係以田間道路爲主。

9. 水力試驗時所產生之 B_2 斷面爲底寬 1.5m，在陡坡及用人力構築時較爲省工，行機械施工則甚少差別。但有限制中型機械作業，以及不利於溝身栽培等缺點。

---

(1)臺灣糖業試驗所審定發表論文第 R2—147 號。
(2)農復會技正、本所前技術師，本所新營實驗場十一等農藝技術監。
(3)本文於 60 年 7 月 23 日。

一、前　　　言

山邊溝（Hillside Ditch）之效用原在截洩逕流以防止溝蝕。本係梯形斷面，經第一筆者改良設計後可兼用爲種植及田間農路，並可通行農機具及使用機械構築，適合今後現代化坡地農業之需要。

山邊溝由歐洲而至美國[17]，爲寬壠堦段之前身；迄今則爲波多黎哥之主要推廣方法；夏威夷則用爲截洩溝型式之一而應用於蔗田[18]。另一類似者爲美國農部德州試驗站設計之保育堦段（Conservation Benching），爲蓄水型式。本省山邊溝於1951年首由謝和壽氏實施於魚池茶場，係仿照錫蘭在溝內分段築土埂之矩形斷面。1952年美國水土保持局施朝普氏（J.J. Stroup）介紹在臺糖公司12%以上之大林糖廠農場作小面積試行[12]。

1956年初筆者規劃臺東糖廠加路蘭農場水土保持及臺東鳳梨推廣計劃，均以山邊溝爲主。當時藍敦艾克氏（Ira k. Landon）以本省降雨強度過大認爲不宜應用；是年筆者完成52ha蔗田及鳳梨園之山邊溝後見圖(1)，適逢9月18至19日及21至23日吉達颱風前後之連續豪雨：前者爲438.3mm，19日達367.5mm，後者則爲565mm。雨後之山邊溝仍然安定，得以及時證明其在臺灣適用之可能性。

加路蘭農場構築山邊溝之蔗田，輔以耕作改進，產蔗量在兩個年期後增加達80%以上，但第一次產量則反減少約10%。屏東總廠當時曾加檢討，予筆者以改良契機。唯初期之思考仍不出水土保持之重要性及與平地蔗田比較排水溝用地之數量。嗣在田間構築內斜式平臺堦段時，突想到此種寬底斷面似可代替梯形斷面，因其可栽培作物。即着手設計成內斜高10cm及溝寬2m之斷面見圖(7)。1958年4月首次在前臺東水土保持工作站之郡界示範中心試行，降雨時觀察尚稱安定。旋筆者於同年7月規劃新墾之初鹿農場即設觀察區，暫稱爲「改良山邊溝」，並由前臺東水土保持工作站協助進行分區觀察見圖(8)、(9)。

1960年承糖試所成立「改良山邊溝研究計劃」，分別在臺東糖廠加路蘭農場，玉井糖廠之玉井原料區，舉辦大區田間觀察試驗。計劃中之水力試驗部份則委託臺大水工試驗所舉辦，承毛教授壽彭主持。

關於山邊溝之研究，前人甚爲有限，因其在土壤冲蝕控制上僅與寬壠堦段之斷面不同而已。類似者有夏威夷將此種斷面稱寬底式（Broad V-Bottom）截洩溝（Diversion Ditch）與梯型並用於蔗田；唯其斷面積以及降坡均不予固定[18]。筆者之設計則爲斷面固定不變，引用寬壠堦段（Broad Base terrace）之垂距公式，按坡度等調整其間距[13][20]。日本之承水溝則應屬截洩溝（Diversion），爲梯形斷面，間距大小不一。辻正造教授1955年在日本愛媛縣平臺堦段田區內舉行承水溝試驗，知有減少冲蝕之成效[5]。福岡氏所設計之「龜甲式」斜面栽培果園，其作業道爲外斜5°，另在內側構築承水溝，間距則按果樹行距及噴藥機械之作業距離而定[10]。愛媛縣果樹試驗場等亦有類似設計[2]。

筆者與吉良八郎博士根據改進設計及初步觀察結果，於1961年在日本農業土木學會專題報告，並分別在「農業及園藝」[3]及「土地改良」雜誌上介紹，嗣由「傾斜地果樹園藝」[8]「鳳梨栽培及加工」[7]、果樹[16]等書分別引用；1963年日本農學大會之果樹增產座談會上亦採用爲水土保持方法之一[4]。

筆者於1962年至琉球，1967年至越南，曾分別作觀察及示範性實施，現已爲琉球鳳梨園之耕作標準。又據葛錦昭氏等之紐西蘭坡地開發考察報告[11]，該國試驗機構在牧草地正開始試行山邊溝，亦爲寬底斷面。

根據本研究之進度報告[15]及大面積推行結果，臺灣於五十三年正式列入「水土保持手冊」[9]，決定山邊溝採用寬底斷面，並廢止梯形斷面，「改良山邊溝」一詞亦同時停用。農牧局歷年來推行已達 21,315.44 公頃。由於山邊溝之可兼用田間作業道，亦能供曳引機、牛車、機器三輪車以及高速噴霧機（Speed Sprayer）等機械之行駛見圖(17)。又以其較平臺階段遠爲經濟省工[12]，在果園中因覆蓋作物與敷蓋已能有效控制冲蝕[6]；故臺灣近年所推行之新型省工經營之果園，筆者則設計以山邊溝代替前述日本外斜 5° 之作業道，自毋需另構築排水溝；五年來大面積推行已普遍獲得成效[12]。又草帶法（Vegetative barrier）等亦需山邊溝爲配合處理。當前人工缺乏，梯型斷面既無法使用機械構築，而新斷面則可以推土機迅予築成，簡易而成本低，今後自日增其重要性。

二、斷 面 設 計

山邊溝之原斷面爲梯形，寬深各 30cm，邊坡 1 ： 1 ，外邊坡所築成土埂，埂頂 30cm，故其實際之水平寬度應在 150cm。

圖(1)爲臺東糖廠加路蘭農場 1956 年所實施之 52 公頃山邊溝，經三日連續降雨 565 公厘後，仍然安定。經調查其大部份之實際邊坡均在 0.5： 1 ，甚至略陡。根據此項事實可知在適當之間距下（註），斷面可減小至 0.5：1 前後。而新斷面即係根據此項實際調查結果作爲設計之基礎。

茲列述不同斷面山邊溝之排水流量計算如下：

1. 計算依據：

 a. 流速公式採用曼寧氏（Manning）公式（$V=\frac{1}{n}R^{2/3}S^{1/2}$）。

 b. 溝底及兩側之粗糙率（Roughness）採用0.28（$=n$）。

 c. 溝之縱坡(S)爲 1/100。

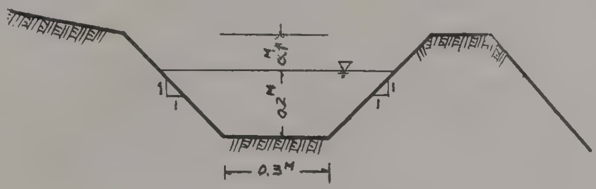
 d. 溝之斷面，採用寬底及梯型。

2. 排水量計算：

 (1) 梯型斷面（Trapezoidal Shape Cross-Section）以下簡稱 A 型斷面。

 a. 邊坡爲 1：1，底寬爲 0.3m，水深爲 0.2m，簡稱 A_1 型斷面：

$$A \quad =\frac{1}{2}\{0.3+(0.3+2\times0.2)\}\times0.2=0.10M^2$$



Cross section of trapezoidal shape (A-1)

圖 2. A_1 型斷面圖

$$P \quad =2\times\sqrt{2}\times0.2+0.3=0.866M$$

$$R \quad =\frac{A}{P}=\frac{0.10}{0.866}=0.1155M$$

$$V \quad = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} = \frac{1}{0.028} \times (0.115)^{2/3} (0.01)^{1/2} = 0.847$$

$$Q \quad = AV = 0.10 \times 0.0847 = 0.847 \text{CMS}$$

蔗　田

鳳梨園

圖 1.　梯型山邊溝 1956 年在臺糖加路蘭農場實施情形

b.　邊坡為 0.5：1，底寬與水深同前，簡稱 A_2 型斷面：

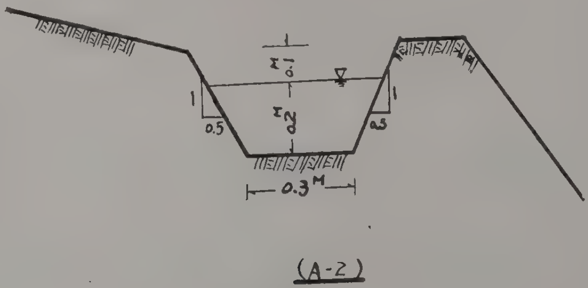


圖 3.　A_2型斷面圖

$$A = \frac{1}{2}\{0.3+(0.3+2\times0.1)\}\times0.2=0.03M^2$$

$$P = 2\times\sqrt{1^2+0.5^2}\times0.2+0.3=0.7472M$$

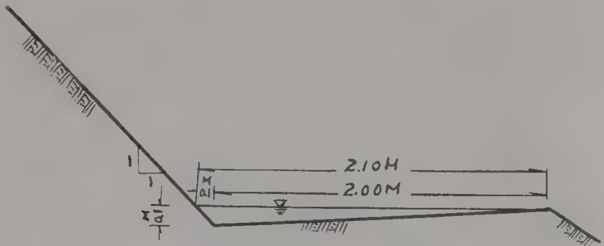
$$R = \frac{A}{P}=\frac{0.03}{0.2472}=0.1070M$$

$$V = \frac{1}{n}R^{2/8}S^{1/2}=\frac{1}{0.028}\times(0.1070)^{2/8}\times(0.01)^{1/2}=0.8052M/sec$$

$$Q = 0.8052\times0.03=0.0644CMS$$

(2) 寬底斷面（Broad V-bottom Cross Section），以下簡稱B型斷面：

a. 寬型，簡稱 B_1 型斷面：



Cross section of board V- bottom (B-1)

圖 4. B_1 型斷面圖

$$A = \frac{1}{2}\times0.1\times(2.0+0.1)=0.105M^2$$

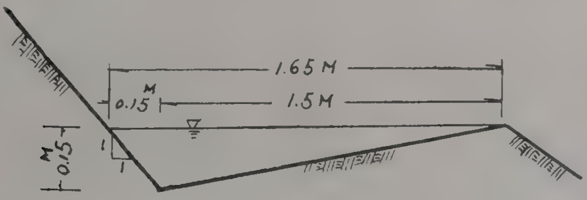
$$P = \sqrt{0.1^2+0.1^2}+\sqrt{0.1^2+2.0^2}=2.1439M$$

$$R = \frac{A}{P}=\frac{0.105}{2.1439}=0.0189M$$

$$V = \frac{1}{n}R^{2/3}S^{1/2}=\frac{1}{0.028}(0.0189)^{2/3}(0.01)^{1/2}=0.4786M/sec$$

$$Q = AV=0.105\times0.4786=0.0503CMS$$

b. 窄型，簡稱 B_2 型斷面：



(B-2)

圖 5. B_2 型斷面圖

$$A = \frac{1}{2}0.15\times165=0.1238M^2$$

$$P = 0.15 \times \sqrt{2} + \sqrt{1.5^2 + 0.15^2} = 1.7196M$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0.1238}{1.7196} = 0.07199M$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} = \frac{1}{0.028} \times (0.07199)^{2/3} (0.01)^{1/2} = 0.6179M/sec$$

$$Q = A.V = 0.1238 \times 0.6179 = 0.0765CMS$$

山邊溝原有設計僅 B_1 型斷面一種，嗣經臺灣大學毛壽彭教授作水力實驗時，鑒於臺灣山坡地之利用，常須在坡度較陡且土層較淺之土地，故另增加 B_2 型斷面，以配合實際需要。

此二種斷面之排水量爲 0.07035CMS 及 0.107087CMS，較邊坡 1：1 之 A_1 型斷面爲小，但與邊坡爲 0.5：1 之 A_2 型斷面則甚接近。

註：間距係由寬壠堦段之垂直距離公式 VI（Vertical interval）$= \frac{S+6}{10}$ 所決定，式中S爲坡度%。

圖 6. 梯型斷面區（A_2）

圖 7. 寬底斷面區（B_1）

三、田間初步實體觀察

1957 年 6 月完成前述斷面之設計後，適筆者協助前臺東水土保持工作站規劃卑南水土保持示範中心，在坡度 45 %之荒蕪園首先試行構築；經在降雨中調查，斷面安定。

較大面積之觀察則於 1958 年分別在下列三處進行：

1. 臺東糖廠加路蘭農場，種植甘蔗，面積 35ha 見圖(8)。
2. 臺東糖廠新墾初鹿農場，種植鳳梨，面積 15ha 見圖(9)。
3. 臺東水土保持工作站卑南水土保持示範區，種植鳳梨，面積 1.2ha

爲爭取單位面積作物種植株數，溝身均予栽培利用，鳳梨分別種植二列式及三列式，甘蔗則種植二畦。

田間觀察所得如下：

1. B斷面雨中均未發現逕流漫溢現象，故有相當於A斷面之排水效能。
2. B斷面構築所需工數約爲A斷面之 1—3 倍，仍視坡度及土壤質地等而異。
3. B斷面較爲穩定，不易淤塞、崩潰。A斷面則挖土較深，構築之溝埂較高而需作步道，故欠安定；溝底極易淤阻，故常致崩潰，因而引起漫溢而發生沖蝕。
4. 新植甘蔗前後之B斷面可通行牛車，供運送蔗苗與肥料等至田區內，小運搬工數因而有相當之減少。

圖 8. 蔗田寬底斷面觀察區（B_1）

圖 9. 鳳梨園寬底斷面觀察區（B_1）

四、蔗田大區觀察

為探究B斷面之可行程度，及其水土保持與經濟效益， 分別在臺東糖廠加路蘭農場， 玉井糖廠玉井原料區舉辦觀察區。後者因農家管理上有問題，資料不予採用。

1961 年 6 月設區完成後，8 月 26 日種植甘蔗，於 1963年 2 月採收；繼行宿根處理，而於1964年1月4日收穫。

1. 觀察方法 (Method of Observation)：

加路蘭農場觀察區係選取坡度21%坡面勻整之南向坡地設區，係粘壤土，試區面積為1ha之大區設計，設A型山邊溝及寬底即B_1型山邊溝二處理，面積各0.5ha，坡長80M，呈長方形。

觀察期間曾從事構築及養護工數、土壤沖蝕、甘蔗發芽、生育、產量以及土壤水分等項調查。

2. 觀察結果 (Results of observation)：

表1：5 1年期甘蔗生育調查

時間	項目 \ 處理	B斷面 上段	B斷面 中段	B斷面 下段	B斷面 內行	B斷面 外行	A斷面 上段	A斷面 中段	A斷面 下段
3月 8日	分蘗數 (支)	11.90	9.30	11.25	7.35	9.60	9.40	10.10	12.50
	莖高 (cm)	30.60	29.95	38.35	—	—	31.65	32.40	33.40
6月 8日	分蘗數 (支)	4.60	5.90	4.90	4.06	5.36	4.40	5.50	5.50
	莖高 (cm)	58.50	69.50	68.80	76.60	79.63	67.50	92.00	72.50
9月22日	分蘗數 (支)	3.90	5.10	4.30	3.50	3.90	4.10	4.30	3.60
	莖高 (cm)	203.90	221.50	193.60	228.13	213.66	230.40	229·40	227.30

表2： 甘蔗收穫調查

處理	作期	每公頃收穫實積 莖數(支)	莖重 (公斤)	平均莖長 (公分)	平均徑莖 (公分)	枯死率 (%)	產蔗量指數
B斷面	新植	160,613	101,803	236.6	2.62	0.92	112
	一次宿根	89,325	44,731	175.0	2.32	0.28	107
	合計	249,938	146,534	205.8	2.47	0.60	110.7
A斷面	新植	155,161	90,728	219.70	2.82	1.07	100
	一次宿根	819694	41,627	176.0	2.12	0.18	100
	合計	236,855	132,355	197.7	2.47	0.63	100

1. 栽植期：1961. 8. 26，收穫期：1963. 2.23
2. 宿根處理期：1962. 3. 2，收穫期：1964. 1. 4

表3： 每公頃構築及養護工資

處理	構築			養護		
	工數(男)	工資	指數	工數(女)	工資	指數
B 斷面	51	795.20	205	1.00	15.00	25
A 斷面	25	387.10	100	4	60	100

表4： 土壤冲蝕調查表

處理 ＼ 項目 ＼ 調查位置	上段		中段			下段		
	溝長(公尺)	冲蝕情形	溝長(公尺)	冲蝕情形	原成	溝長(公尺)	冲蝕情形	原因
B 斷面	62.5	無	62.5	無		62.5	冲蝕發生於最下一條溝12.6m處蝕溝長2m30cm，深15 cm，寬25 cm。	等高畦溢流所造成之蝕溝。
A 斷面	62.5	無	62.5	冲蝕發生於山邊溝弧度較大之轉彎處蝕溝長45 em 深12 cm 寬11 cm 。	等高畦之集水冲瀉而下，溝內淤土水流受阻致造成溢流。	62.5	蝕溝三處：①從上往下算第二條溝沿上端2 cm處等高畦冲潰，蔗苗流失一支，三支裸露土砂淤塡於溝內。②最下一條溝下沿處甘蔗淤埋四支。③二處發生於低凹處。	①等高畦較低處逕流集中，排水緩慢，冲潰直瀉而下。②地形低窪。

根據表1及表2之甘蔗生育及產量調查，知B斷面較A斷面增產達 10 %。此項結果與原設計時彌補因構築A斷面山邊溝而導致之產量上損失之預期爲一致。因其實植甘蔗株數較多見圖⑽。由上表(4) 知A斷面較爲穩定，蔗田遭冲蝕之程度較輕微。根據下表(5) 土壤水分調査結果，亦有較高之趨勢，自可能爲其增產原因之一。

表5：　1962 年試區第一次宿根之土壤含水量（對乾士%）

處理		測定日期	2月13日	2月14日	2月15日	3月13日	3月14日	3月15日	3月19日	3月20日
B斷面	內行	上段	18	19	19	20	20	21	20	19
		下段	20	21	21	21	21	22	22	20
		平均	19	20	20	20.5	20.5	21.5	21	19.5
	外行	上段	10	11	10	10	11	10	10	10
		下段	12	13	11	11	12	11	11	11
		平均	11	12	10.5	10.5	11.5	10.5	10.5	10.5
A斷面		上段	10	10	11	11	10	11	10	9
		下段	11	11	12	12	11	12	11	10
		平均	10.5	10.5	11.5	11.5	10.5	11.5	10.5	9.5

茲將此二種斷面在不同坡度上甘蔗及鳳梨理論種植株數比較如下圖：

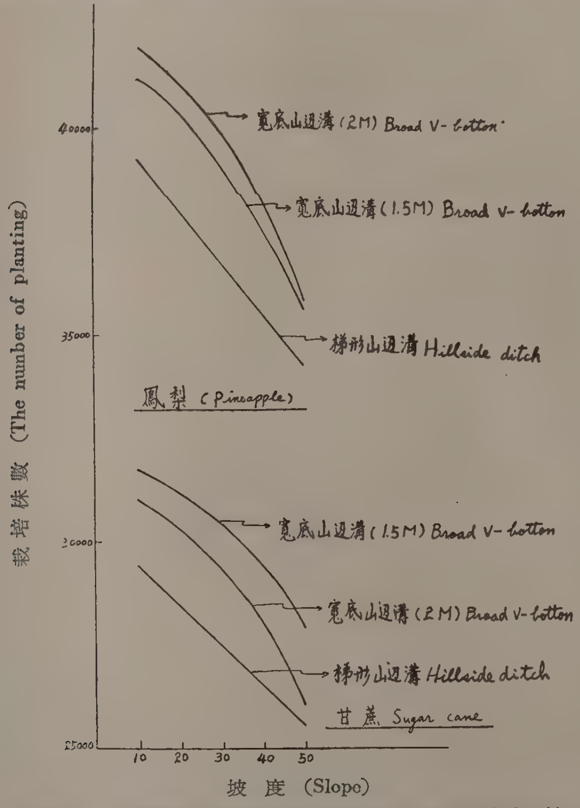


圖 10.　二型斷面山邊溝在不同坡度上種植甘蔗鳳梨株數之比較

A斷面易遭沖蝕及崩潰，養護費用較等，根據調查所得，知 A 斷面之養護工四倍於 B斷面見表(3)；此與歷年來省內各地二型山邊溝大面積實施中所發生之事實爲一致。此殆因 B斷面較穩定，道路在其內側之挖土部分，土壤堅實； 而A斷面則在填築之溝埂上行走， 兩者間之基礎條件相去甚遠。

觀察區之坡度爲 21 %，以人力構築山邊溝時，A斷面較B斷面省工達 50％見表(3)；唯坡度愈小，二者差距愈小。 圖(11)爲在不同坡度上之理論土方數以供參考。 又A斷面挖土較深， 構築溝埂及所需壓實、整修等作業亦繁重， 一般均使工作時數偏高。 但近年工價高昂， 現行B斷面多已用推土機構築，而A斷面之在坡地上則無法應用機械構築。

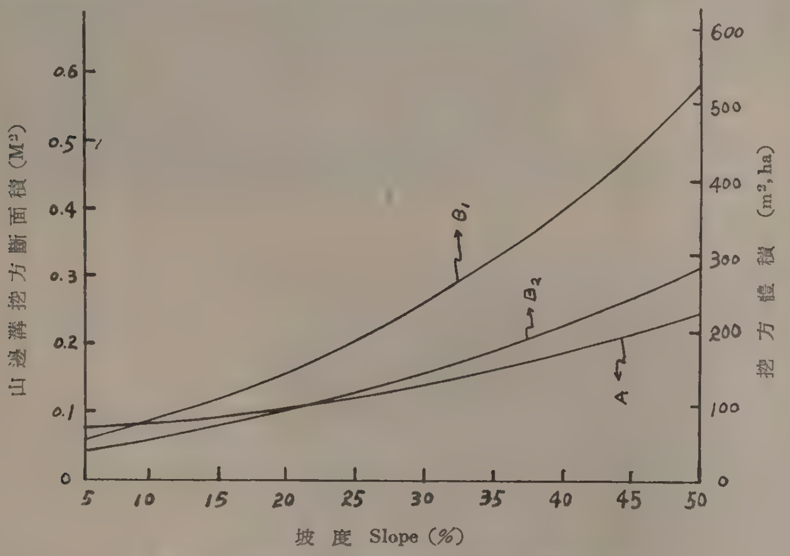


圖11. 不同坡度上山邊溝挖方斷面面積與挖方體積之關係圖

五、水 力 試 驗

在一般明渠排水之資料中，此項寬底之A斷面尙告缺乏，其與一般等邊三角形斷面自不相同；唯一近似者僅有周氏「明渠水力學」中之道路邊溝(19)，但其邊坡爲砌石且係垂直。

此種斷面必需能排洩相當之逕流量，其流速分佈，實際排水容量，穩定性等，均有待試驗以求瞭解。況當時設計主要目的之一在利用溝身種植作物，而甘蔗需培土作畦， 鳳梨則爲密植二至三行，並行稻草敷蓋；凡此均因作物及其栽培方法不同而條件互異，因素複雜，難以概括。

基於上述需要， 特委託進行水力試驗， 承毛教授壽彭支持，於 1961 至 1962 年在臺灣大學水工試驗所舉行。茲將試驗方法及結果分述如下 (1)：

① 裸露溝。

② 甘蔗、鳳梨，以及鳳梨之敷蓋、不敷蓋。

③ 原設計寬度爲 2m，爲求適合陡坡及節省工作量，另以底寬 1.5m 之 B_2 斷面供試。

④ 佈置：由高平水櫃用直徑 6m 之橡皮管引水入 2m × 2m × 1m 之頭水箱內， 下接量水堰口進入山邊溝，溝長 20m，下游設尾水量水堰，以校驗流量及計算田間滲漏水量。

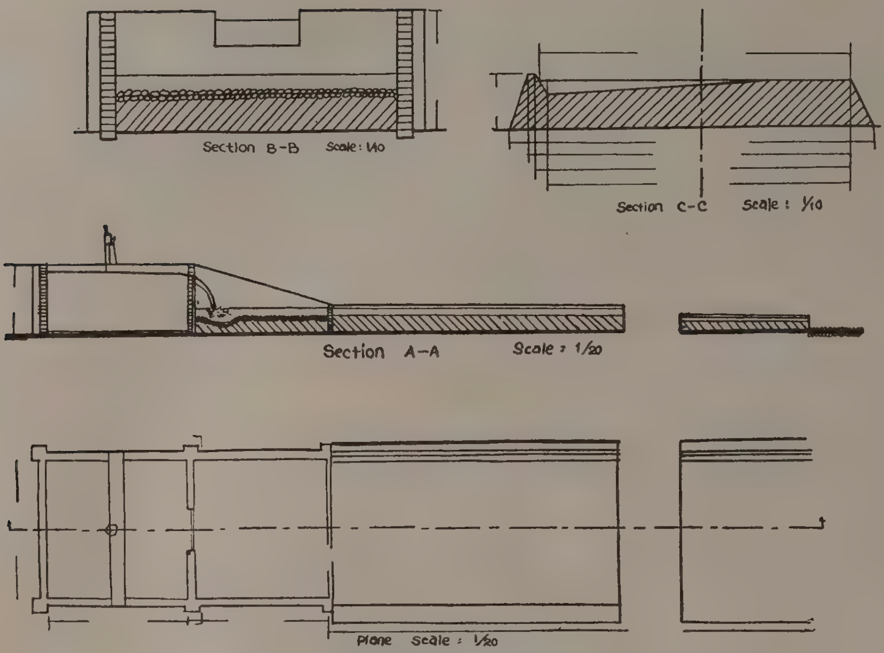


圖 12. B斷面山邊溝水力試驗場地佈置

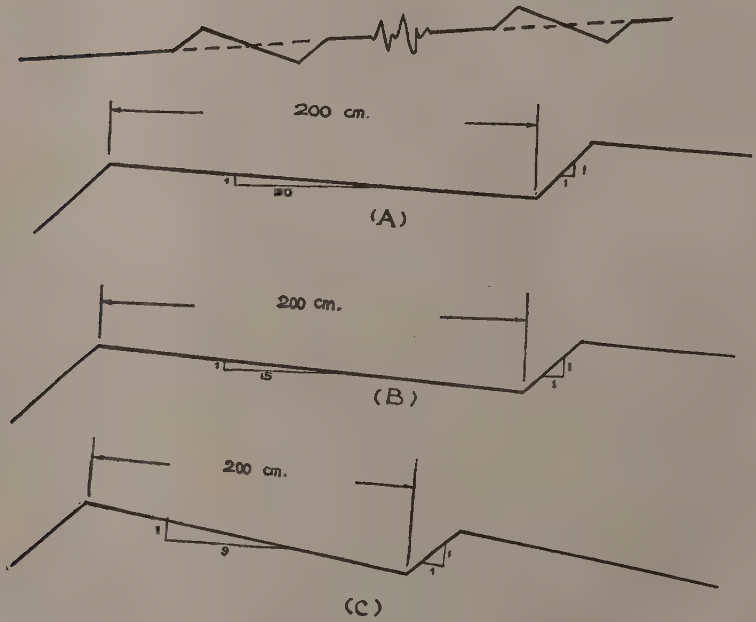


圖 13. 供 試 斷 面

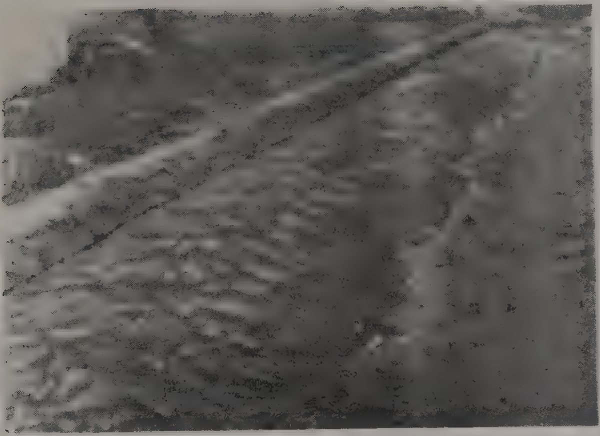


圖14. 裸露溝之水流情形

圖15. B斷面植蔗後水流情形

圖16. B斷面植鳳梨後水流情形

2. 試驗結果

表6： 山邊溝試驗結果表

(A)

次序	上游流量 C.M.S.	表土狀況	下游流量 C.M.S.	溝長 M	溝寬 M	坡度 %	斷面形狀	斷面號數		水面寬 M	水深 M	平均流速 M/sec	備考
1	0.0102	無作物土渠	—	20.0	2.0	1/100	第13圖(A)	1	A_1			0.428	
									A_2			0.160	
								2	B_1			0.492	
									B_2			0.361	
								3	C_1			0.550	
									C_2			0.173	
								4	D_1			0.719	
									D_2			0.344	
2	0.0367	無作物土渠	—	20.0	2.0	1/100	第13圖(A)	1	A_1	1.39	0.1120	0.615	
									A_2		0.070	0.510	
								2	B_1	1.18	0.1110	0.663	
									B_2		0.08	0.630	
								3	C_1	1.14	0.105	0.833	
									C_2		0.083	0.547	
								4	D_1	1.14	0.086	0.851	
									D_2		0.063	0.538	
3	0.0184	無作物土渠	0.0170	20.0	2.0	1/100	第13圖(A)	1	A_1	1.02	0.09	0.524	
									A_2		0.059	0.336	
								2	B_1	1.02	0.83	0.584	
									B_2		0.045	0.154	
								3	C_1	1.02	0.078	0.586	
									C_2		0.043	0.220	
								4	D_1	1.00	0.063	0.807	
									D_2		0.046	0.457	
(B) 4	0.0102	甘蔗培土	0.00765	20.0	2.0	1/100	第13圖(B)	1	A_1	0.40	0.054	0.512	
									A_2	0.40	0.045	0.295	
								2	B_1	0.40	0.047	0.514	
									B_2	0.40	0.058	0.230	
								3	C_1	0.40	0.056	0.530	
									C_2	0.40	0.027	0.481	
								4	D_1	0.41	0.050	0.521	
									D_2	0.40	0.039	0.345	
5	0.0184	甘蔗培土	0.0176	20.2	2.0	1/100	第13圖(B)	1	A_1	0.077	0,45	0.459	
									A_2	0.080	0.38	0.503	
								2	B_1	0.076	0.45	0.625	
									B_2	0.072	0.38	0.433	
								3	C_1	0.050	0.45	0.661	
									C_2	0.050	0.335	0.651	
								4	D_1	0.061	0.45	0.609	
									D_2	0.065	0.325	0.634	
6	0.0397	甘蔗培土	0.0369	20.0	2.0	1/100	第13圖(B)	1	A_1	0.108	0.49	0.482	
									A_2	0.008	0.44	0.6243	
								2	B_1	0.105	0.48	0.5073	
									B_2	0.110	0.40	0.6635	
								3	C_1	0.068	0.46	0.6490	
									C_2	0.072	0.36	0.6570	
								4	D_1	0.082	0.49	0.6273	
									D_2	0.068	0.37	0.8690	
7	0.0102	鳳梨三角形密植	—	20.0	2.0	1/100	第13圖(B)	1	A_1	1.290	0.072	0.468	
									A_2				
								2	B_1	1.130	0.075	0.618	
									B_2				
								3	C_1	1.150	0.078	0.610	
									C_2				
								4	D_1	1.110	0.072	0.853	
									D_2				

	8	0.0184	鳳梨	0.0170	20.0	2.0	$\frac{1}{100}$	第13圖	1	A_1 A_2	1.50	.0724	0.568
			三角形					(B)	2	B_1 B_2	1.22	0.072	0.524
			密植						3	C_1 C_2	1.20	0.075	0.503
									4	D_1 D_2	1.15	0.056	0.763
	9	0.00992	鳳梨	0.00681	20.0	2.0	$\frac{1}{100}$	第13圖	1	A_1 A_2	0.41	0.055	0.466
			三角形					(B)	2	B_1 B_2	0.40	0.062	0.439
			密植						3	C_1 C_2	0.37	0.054	0.542
			敷蓋						4	D_1 D_2	0.36	0.041	0.562
	10	0.0184	鳳梨	0.0142	20.0	2.0	$\frac{1}{100}$	第13圖	1	A_1 A_2	0.46	0.070 0.065	
			三角形					(B)	2	B_1 B_2	0.40	0.092 0.064	
			密植						3	C_1 C_2	0.40	0.088 0.068	
			敷蓋						4	D_1 D_2	0.36	0.074 0.060	
(C)	11	0.0397	無作物	0.0317	20.0	1.5	$\frac{1.5}{100}$	第13圖	1	A_1 A_2	1.01	1.105 0.071	0.958 0.575
			土渠					(C)	2	B_1 B_2	0.92	0.792 0.090	0.850 0.811
									3	C_1 C_2	0.79	0.085 0.050	0.870 0.758
									4	D_1 D_2	0.86	0.090 0.067	0.933 0.876
	12	0.0102	無作物	0.0068	20.0	1.5	$\frac{1.5}{100}$	第13圖	1	A_1 A_2	0.62	0.062 0.030	0.425 0.335
			土渠					(C)	2	B_1 B_2	0.53	0.060 0.035	0.616 0.593
									3	C_1 C_2	0.57	0.047 0.042	0.062 0.0548
									4	D_1 D_2	0.55	0.060 0.050	0.0555 0.0485
	13	0.0184	無作物	0.0145	20.0	1.5	$\frac{1.5}{100}$	第13圖	1	A_1 A_2	0.78	0.080 0.070	0.581 0.381
			土渠					(C)	2	B_1 B_2	0.65	0.080 0.070	0.552 0.503
									3	C_1 C_2	0.66	0.075 0.040	0.606 0.711
									4	D_1 D_2	0.70	0.073 0.043	0.738 0.552
	14	0.0102	鳳梨	0.00735	20.0	1.5	$\frac{1.5}{100}$	第13匾	1	A_1 A_2	0.51	0.058 0.048	0.456 0.42[illegible]
			三角形					(C)	2	B_1 B_2	0.44	0.060 0.056	0.547 0.390
			密植						3	C_1 C_2	0.45	0.057 0.038	0.547 0.459
			敷蓋						4	D_1 D_2	0.39	0.060 0.040	0.576 0.653

淡水何國華農場

新 竹 寶 山

圖17. 山邊溝之在現代化坡地農場之應用情形

誌謝： 本研究爲臺灣糖業試驗所種藝系「旗田水士保持方法之研究」計劃之一， 承毛教授壽彭，王顧問世中，陳前主任遲之支持與指教， 王丁番技術師之全力相助， 臺大水工試驗所，前臺東糖廠農場課，前臺東水土保持工作站， 以及温秋勤、李三畏諸工程師之先後鼎助， 方能完成，至所銘感！

六、參 考 文 獻

1. 毛壽彭 1963 改良水邊溝水力試驗報告。臺北水工試驗所研究試驗報告。第 21 號。
2. 日本農林省農地局農政局監修 1698 圃場整備の進め方。地球出版。pp.85～91 。
3. 吉良八郎、廖綿濬 1960 臺灣における農地保全法主として改良山邊溝。農業及園藝。35(4) pp.707～708。

4. 吉良八郎等 .1962. 果樹の土地生産力增加. 日本農學會大會シンポユーム發表要旨 pp.53 ~55.
5. 辻正造 .1955. 二生木村土壤侵蝕試驗方法の概要. 日本農林省農業改良局研究部. pp.155 ~158.
6. 張雙滿 .1970. 果園敷蓋及覆蓋作物之研究. 中華水土保持學報 1(1) : 33~36. 以及鳳山園藝試驗分所隨坡地覆蓋作物與水土保持植物已研究等 (未發表資料).
7. 渡邊正一 .1961. 鳳梨の栽培及加工. 琉球罐詰公會. pp.155~157.
8. 黑上泰治 .1963. 傾斜地果樹園藝. 養賢堂 pp.147~148.
9. 農復會、農牧局 .1964. 水土保持手冊.
10. 福岡弘喜 .1968. 果樹園の基盤整備. 四國農業試驗場.
11. 葛錦昭等. 紐西蘭山坡地開發考察報告. 農復會待出版資料.
12. 廖綿濬 .1970. 臺灣省所應用水土保持方法之檢討. 中華林學季刊 4(1) : 1~33.
13. 廖綿濬 .1959. 實用農地水土保持. 蔗報社 pp.49~55.
14. 廖綿濬等 .1961. 農業要覽水土保持篇. 臺灣省農林廳. pp.121~126.
15. 廖綿濬、王丁番 .1961~1965. 改良山邊溝之研究. 臺灣糖業試驗所試驗研究報告.
16. 藤村次郎編 .1966. 果樹. 地球出版. pp.194~195.
17. Bennett H. H. 1939. Soil Conservation. McGraw-Hill Book Company, ine. pp. 443-476.
18. Blewitt R. I. 1959. Diversios Ditches on sugar cane lands in Hawaii. U.S. D.A.,S.C.S. pp.5-7.
19. Chow V.T. 1959. Open-Channel Hydraulics. 中央圖書供應社 pp.151.
20. Landon I.K.1963. S0il Conservation in Taiwan JCRR, Forestry Series No.8. pp. 103-105.
21. Schwab, Frevert, Edminster, Barnes .1963. Soil and water conservation. Second edition. pp.245-255.

REPORT OF

THE TAIWAN SUGAR EXPERIMENT STATION

September 1971 **Number 54**

CONTENTS

Sporulation and Germination of Conidia of Sclerospora Sacchari Miyake .... *L. S. Leu* and *S. W. Tan* 1

Bacterial Wilt of Cassava (Manihotis Utilissima Pohl.) Caused by Xanthomonas Manihotis (Arthaud-Berthet) Starr. Ⅰ. Isolation, Identification, and Pathogenicity of the Causal Organism and Histology and Disease Control .... *L. S. Leu* and *C. T. Chen* 15

Effect of Mosaic Disease on the New Released Sugarcane Variety F.160 .... *C. S. Wang* 27

Survey on the Seasonal Occurrence of Sugarcane Borers. Ⅵ. Chihu Sugarcane District .... *C. J. Liang* 31

The Micropedological Study of Taiwan Sugar Cane Soils ...... *C. C. Wang* 39

A Study on Potassium Supplying Power of the Red Earth in Tai-Chung Sugarcane District .... *J. J. Shiue* 55

The Time of Nierogen Application in Relation to Available Sugar Percentage and Nutrient Absorption .... *J. S. Chen* and *C. L Hu* 67

Effective Rainfall and Water Balance in Taiwan .... *H. Chang* 77

Studies on the Improvement of Cultivation for Succeediny Ratoon Cane .... *T. P. Pao* 93

Studies on a New Interplanting System of Sugarcane (Ⅰ) ...... *F. Y. Hsia* 109

Studies on a New Interplanting System of Sugarcane (Ⅱ) ...... *F. Y. Hsia* 123

Studies on the Improvement of Hillside Ditches .... *M. C. Liao* and *D. S. Cheng* 133

民國六十年九月出版

發行者： 臺灣糖業試驗所

（臺灣省臺南市）

定 價： 每册新臺幣捌拾元

Subscription U.S.$ 2.00 Percopy